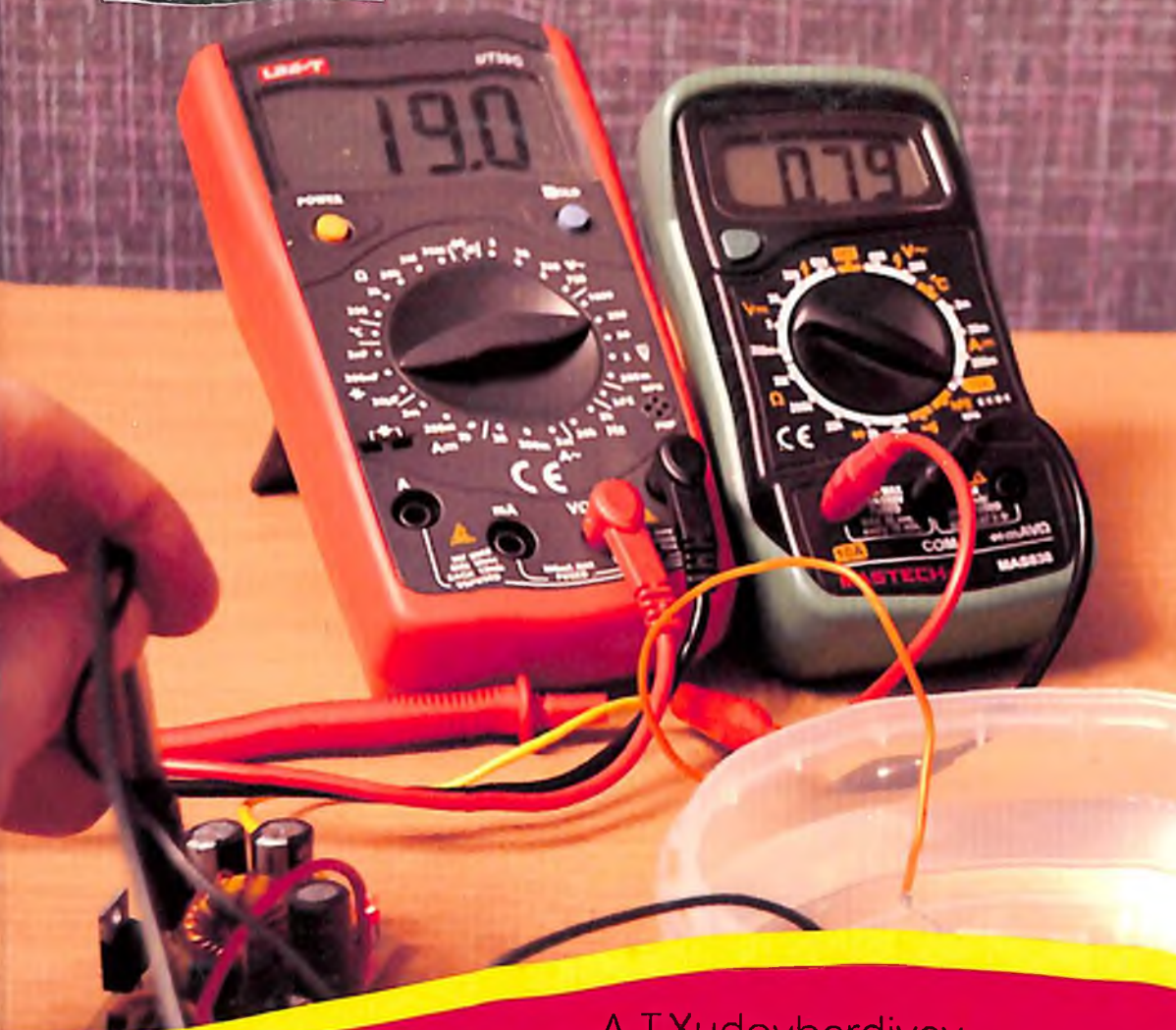


53
X 84



A.T.Xudoyberdiyev,
N.A.Jumayev, S.J.To'rayev

**UMUMIY FIZIKADAN MASALALAR
VA ULARNI YECHISHDA DASTURIY
VOSITALARDAN FOYDALANISH
NAMUNALARI**

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT TEXNOLOGIYALARI
VA KOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT
AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

A.T.Xudoyberdiyev, N.A.Jumayev, S.J.To'rayev

**UMUMIY FIZIKADAN MASALALAR
VA ULARNI YECHISHDA DASTURIY
VOSITALARDAN FOYDALANISH
NAMUNALARI**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan Toshkent axborot texnologiyalari universiteti va uning
filiallarida barcha bakalavriat ta'lim yo'nalishlari uchun o'quv
qo'llanma sifatida tavsiya etgan. (Guvohnoma 133-011).*

Toshkent – 2021



UDK: 53(075)
KBK:22.3

A.T.Xudoyberdiyev, N.A.Jumayev, S.J.Turayev. Umumiy fizikadan masalalar va ularni yechishda dasturiy vositalardan foydalanish namunalari. –T.:«Nihol print» OK, 2021.– 232 b.

ISBN 978–9943–7342–5–8

Ushbu o‘quv qo‘llanma 3 bobdan iborat bo‘lib uning birinchi bobi fizikaning mexanika, elektr va magnetizm bo‘limlariga oid 13 ta mavzuni, ikkinchi bobi asosan mexanik va elektromagnit tebranishlar va to‘lqinlar, optika, atom va yadro fizikasi hamda molekulyar fizika bo‘limlariga oid 9 ta mavzuni o‘z ichiga oladi. Har bir mavzuda unga doir formulalar, masala yechish namunalari va mustaqil yechish uchun masalalar javoblari bilan keltirilgan. Bundan tashqari masalalar yechishda zarur bo‘ladigan jadval kattaliklar va doimiylar berilgan. Uchunchi bobida esa fizikaviy masalalarni yechishda eng zamonaviy dasturiy vositalarni qo‘llash usullari, dastur kodlari va kompyuterda ulardan foydalanish bo‘yicha tavsiyalar, hamda, grafiklarini olish va tahlil qilish bo‘yicha namunalari berilgan.

O‘quv qo‘llanmadan AKT sohalarida tahsil olayotgan talabalar va o‘qituvchilar foydalanishlari mumkin.

UDK: 53(075)
KBK:22.3

Taqrizchilar:

G‘.N. Uzoqov – texnika fanlari doktori, professor;
R.D. Shodiyev – pedagogika fanlari doktori, professor

ISBN 978–9943–7342–5–8

© «Nihol print» OK nashriyoti, 2021.

KIRISH

Oliy ta'lim muassasalarida umumiy fizika kursini o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalardan, axborot kommunikatsiya vositalaridan va ularning imkoniyatlaridan o'z o'rnida foydalanish yuksak intellektual salohiyatga ega bo'lgan, bilimli kadrlar tayyorlash kafolatidir.

Jahonning taraqqiy etgan mamlakatlari qatoridan o'rin egallash va uni mustahkam saqlab turish uchun O'zbekistonda fundamental fanlarni o'qitish jahon andozalari darajasida bo'lishi lozim. Respublikamizda "Talim to'g'risidagi qonun" va "Kadrlar tayyorlash Milliy Dasturi" ni qabul qilinishi, hamda pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish tizimini rivojlantirishga qaratilgan qonunlarning qabul qilinishi zaminida aynan shu muammoni hal etish ko'zda tutilgan.

Shu o'rinda O'zbekiston Respublikasining Birinchi Prezidenti I.A.Karimovning "O'zbekiston innovatsion rivojlanish turining hozirgi zamon modeliga o'tish uchun zarur sharoitlarga ega. Bu model vujudga keltirilgan ilmiy-texnikaviy salohiyatdan keng va samarali foydalanishga, fundamental va amaliy fanning yutuqlarini, chuqur ilm talab qiladigan amaliyotga keng qamrovda joriy etishga, yuqori malakali, iqtidorli kadrlar sonini ko'paytirishga asoslanadi. Bu mamlakatimiz jahondagi iqtisodiyoti va sanoati rivojlangan davlatlar qatoriga kirib borishining zarur sharti va mustahkam poydevori bo'lib xizmat qiladi" degan fikrlarini keltirib o'tish o'rinlidir.

Zamonaviy axborot kommunikatsiya vositalarini ta'lim jarayonlariga joriy etish o'quvchi shaxsining fikrlashini, kommunikativ qobiliyatini, optimal qaror qabul qilish malakasini, estetik tarbiyasini, axborot olish madaniyati hamda kasbiy malaka va ko'nikmalarini rivojlanishini ta'minlaydi.

Shu bilan bir qatorda o'qituvchiga ham o'ziga xos ma'suliyat yuklashi bilan birga ta'lim muassasalarining zamonaviy axborot kommunikatsiya texnologiyalari bilan ta'minlanishi - pedagoglarning o'z mehnat faoliyatiga yangicha yondashish lozimligini talab qiladi va shu orqali pedagogik faoliyatning mukammallashuviga olib keladi.

Hozirgi pedagoglar axborot kommunikatsiya vositalaridan foydalanish ko'nikmasiga ega bo'lishi bilan birga bir qatorda dasturiy vositalarni amaliyotda qo'llay bilishi lozim.

Jumladan, umumiy fizika va uning mantiqiy davomi bo'lgan elektronika va sxemotexnika fanlarini o'qitishda, ushbu fanlardan

amaliy mashg'ulotlar jarayonida dasturiy vositalardan foydalanish o'qituvchidan xuddi shunday yondashuvni talab qiladi.

Barcha sohalar kabi, axborot texnologiyalari sohalari doirasida tayyorlanayotgan mutaxassis kadrlar uchun tabiiy jarayonlarni modellashtirish va ularni o'rganishda har xil zamonaviy dasturiy vositalardan foydalana bilish ko'nikmalariga ega bo'lishi ahamiyatlidir. Shuning uchun fizika fanini o'qitish jarayonida zamonaviy dasturiy tizimlardan foydalanish usullarini ko'rsatib o'tish maqsadga muvofiqdir.

Ushbu maqsadlarni ko'zda tutgan holda, hamda talabalarni keyinchalik o'qitiladigan elektronika va sxemotexnika fanlarini o'rganishga tayyorlash maqsadida oliy ta'lim muassasalarida tahsil olayotgan talabalarning fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayoniga bo'lgan qiziqishini oshirish - ta'lim sifatini oshirishning mezon sifatida ushbu o'quv qo'llanmada fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayoniga dasturiy vositalarni samarali qo'llash, jumladan, eng sodda masala va fizikaviy jarayonlarni Matlab/Simulink muhitida modellashtirish, hamda Delphi7, C++ va boshqa zamonaviy dasturlash tillaridan foydalanish orqali qonuniyat grafiklarini hosil qilish va o'rganish usullari keltiriladi.

O'quv qo'llanma 3 bobdan iborat bo'lib, uning birinchi bobi fizikaning mexanika, elektr va magnetizm bo'limlariga oid 15 ta mavzuni, ikkinchi bobi asosan mexanik va elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar, optika, atom va yadro fizikasi hamda molekulyar fizika bo'limlariga oid 14 ta mavzuni o'z ichiga oladi. Har bir mavzuda unga doir formulalar, masala yechish namunalari va mustaqil yechish uchun masalalar javoblari bilan keltirilgan. Bundan tashqari masalalar yechishda zarur bo'ladigan jadval kattaliklar va doimiylar berilgan. Uchunchi bobida esa fizikaviy masalalarni yechishda eng zamonaviy dasturiy vositalarni qo'llash usullari, dastur kodlari va kompyuterda ulardan foydalanish bo'yicha tavsiyalar, hamda bog'lanish grafiklarini olish va tahlil qilish bo'yicha namunalar berilgan.

O'quv qo'llanma AKT ning "5330501-Kompyuter injiniringi", "5350101-Telekommunikatsiya texnologiyalari", "5330600-Dasturiy injiniring", "5330300-Axborot xavfsizligi" va "5350400-Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasida kasb ta'limi" bakalavriat ta'lim yo'nalishlarining namunaviy o'quv dasturlari asosida tayyorlangan bo'lib undan ushbu ta'lim yo'nalishlarida tahsil olayotgan talabalar foydalanishlari mumkin.

1-BOB. MEXANIKA. MAXSUS NISBIYLIK NAZARIYASI. ELEKTROMAGNETIZM

§1. Ilgarilanma harakat kinematikasi



- Umumiy holda tezlik va tezlanish quyidagicha ifodalanadi:

$$v = \frac{dS}{dt}, \quad a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}$$

- To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik va tezlanish:

$$v = \frac{S}{t} = \text{const}, \quad a = 0$$

- To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat tenglamalari:

$$a = \text{const}, \quad v = v_0 + at, \quad S = S_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}, \quad x = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$$

- Tortishish maydoni ta'siridagi jismning harakat tenglamalari:

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad v = v_0 + gt, \quad h = v_0t + \frac{gt^2}{2}, \quad y = y_0 - h = y_0 - v_0t - \frac{gt^2}{2}$$

- To'g'ri chiziqli notekis harakatda o'rtacha tezlik:

$$v_{\text{ort}} = \frac{S_{\text{um}}}{t_{\text{um}}}$$

Masala yechish namunalari

1. Avtomobil o'z harakati vaqtining birinchi yarmini 80km/soat tezlik bilan, qolgan vaqtda 40km/soat tezlik bilan harakatlangan. Avtomobil harakatining o'rtacha tezligi topilsin.

Berilgan: $v_1 = 80 \text{ km/soat}$, $v_2 = 40 \text{ km/soat}$, $t_1 = t_2 = t/2$.

Topish kerak: $v_{\text{ort}} - ?$

Yechilishi: To'g'ri chiziqli notekis harakatda o'rtacha tezlik $v_{\text{ort}} = \frac{S_{\text{um}}}{t_{\text{um}}}$ (1)

formuladan aniqlanadi, bu yerda $t_1 = t_2 = \frac{t}{2}$, S_1 – avtomobilning t_1 vaqtda bosib o'tgan yo'li, S_2 – avtomobilning t_2 vaqtda bosib o'tgan yo'li va

$S_{um} = S_1 + S_2$, $t_{um} = t_1 + t_2 = t$, $S_1 = \frac{g_1 t}{2}$, $S_2 = \frac{g_2 t}{2}$ ifodalarni 1-formulaga olib borib qo'ysak natijada $g_{o'r} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{g_1 t + g_2 t}{2t} = \frac{g_1 + g_2}{2} = 60 \text{ km/soat}$ ekanligi

kelib chiqadi. Javob: 60 km/soat .

2. Jismning bosib o'tgan yo'li S ning t vaqtga bog'lanishi $S = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ tenglama orqali ifodalanadi, bu yerda $C = 0.14 \text{ m/s}^2$, $D = 0.01 \text{ m/s}^3$ ekanligi ma'lum bo'lsa, harakat boshlangandan qancha vaqt o'tgach tezlanishi $a = 1 \text{ m/s}^2$ ga teng bo'ladi?

Berilgan: $S = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, $C = 0.14 \text{ m/s}^2$, $D = 0.01 \text{ m/s}^3$, $a = 1 \text{ m/s}^2$.

Topish kerak: $t - ?$

Yechilishi: Umumiy holda tezlik $g = \frac{dS}{dt}$, tezlanish $a = \frac{dg}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}$ ekanligi uchun

$$g = \frac{dS}{dt} = \frac{d}{dt}(A + Bt + Ct^2 + Dt^3) = B + 2Ct + 3Dt^2 \quad (1) \text{ va}$$

$$a = \frac{dg}{dt} = \frac{d}{dt}(B + 2Ct + 3Dt^2) = 2C + 6Dt \quad (2).$$

(2) ifodadan vaqt t ni topamiz: $t = \frac{a - 2C}{6D} = 12 \text{ s}$. Javobi: 12 s .

3. Vertikal yuqoriga otilgan jism 3 sekund o'tgach yerga qaytib tushdi. Jismning boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan? Jism qanday balandlikka ko'tarilgan? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

Berilgan: $t_{um} = 3 \text{ s}$

Topish kerak: $g_0 - ?$, $H - ?$

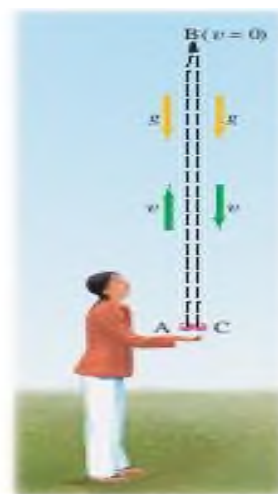
Yechilishi: Bizga ma'lumki biror g_0 tezlik bilan vertikal otilgan jism qancha vaqtda H balandlikka ko'tarilsa xuddi shuncha vaqtda yerga qaytib tushadi (1.1-rasm), shuning uchun $t_{um} = t_1 + t_2 = 2t$, va undan

$$t_1 = t/2 \quad (1)$$

deyishimiz mumkin. Agar t_1 vaqtni jismni H balandlikdan tushish vaqti deb qarash u holda,

$$H = \frac{gt_1^2}{2} \quad (2)$$

bo'ladi, chunki H balandlikka ko'tarilgan jism qaytib tushayotganda boshlang'ich tezlikka ega bo'lmaydi, ya'ni erkin tushadi. (1) ifodadan foydalangan holda (2) dan H ni hisoblash qiyin



1.1-rasm

emas: $H = \frac{gt_1^2}{2} \approx 11 \text{ m}$.

Endi masalada so'ralgan g_0 boshlang'ich tezlikni topamiz. Bilamizki, biror H balandlikka g_0 tezlik bilan vertikal otilgan jism shu balandlikdan erkin tushayotganda, yerga urilish paytda yana g_0 tezlikka erishadi. Shuning uchun yerga urilish paytdagi tezlik g ni otilgan boshlang'ich tezlik g_0 ga teng deyish mumkin. H balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning yerga urilish paytdagi tezligi $g = gt_1$ (3).

$g = g_0$ bo'lgani uchun va (1) ifodaga ko'ra:

$$g_0 = \frac{gt}{2} \quad (4)$$

(4) ifodadan g_0 ni hisoblaymiz: $g_0 \approx 14.7 \text{ m/s}$.

Javobi: $H \approx 11 \text{ m}$, $g_0 \approx 14.7 \text{ m/s}$.

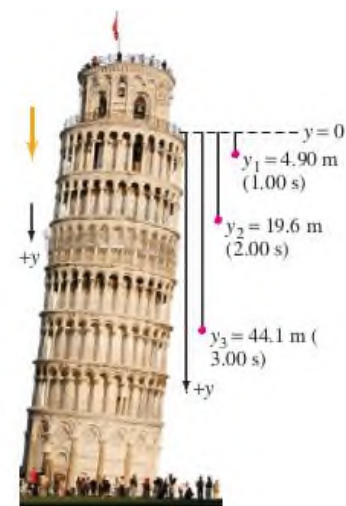
4. Piza minorasi ustidan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning 1 s, 2 s va 3 s dagi tushish masofasini aniqlang. Tushish balandligini vaqtga bog'lanish grafigini chizing. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin (1.2-rasm).

Berilgan: $y_0 = 0$, $g_0 = 0$, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, $t = 1 \text{ s}$, 2 s , 3 s

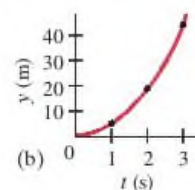
Topish kerak: $H - ?$ $H(t) - ?$

Yechilishi:

Yuqoridan vertikal tashlangan jism uchun harakat tenglamasini quyidagicha yozamiz: $y(t) = y_0 + g_0 t + \frac{gt^2}{2}$ (1). $y(t) = H(t)$ deb olamiz, bunga ko'ra (1) formulaga asosan $y_0 = 0$ bo'lgani uchun $y(1) = H(1) \approx 4.9 \text{ m}$, $y(2) = H(2) \approx 19.6 \text{ m}$, $y(3) = H(3) \approx 44.1 \text{ m}$ (1.2-a rasm). Tushish balandligining vaqtga bog'lanish grafigi 1.2-b rasmda tasvirlangan.



(a)



(b)

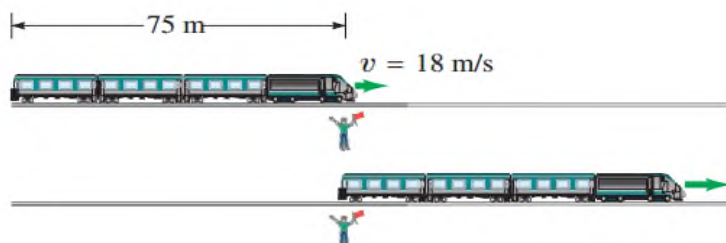
1.2-rasm

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. $g = 720 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotgan samolyot Toshkentdan Moskvagacha bo'lgan $S = 3000 \text{ km}$ masofani qancha vaqtda bosib o'tadi? ($t = 4 \text{ soat } 10 \text{ min}$).
2. Avtomobil dovonga ko'tarilishda $g_1 = 15 \text{ m/s}$ tezlik bilan, dovondan tushishda esa $g_2 = 72 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakat qilgan. Dovondan

tushish yo'li ko'tarilish yo'lidan ikki marta uzun bo'lsa, avtomobilning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligini toping ($18 m/s$).

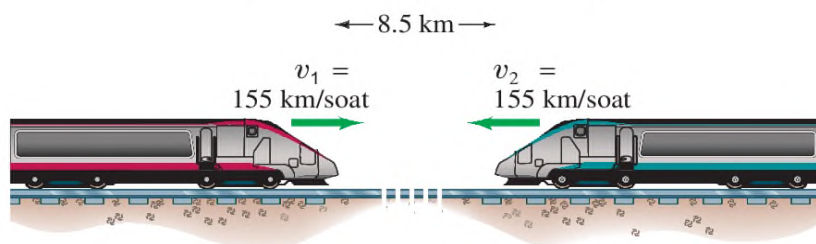
3. Ikkita poyezd bir-biriga $155 km/soat$ tezlik bilan yaqinlashmoqda. Ular orasidagi boshlang'ich masofa $8.5 km$ bo'lsa, ular qancha vaqtda bir-biri bilan uchrashadi (1.3-rasm)? ($1.7 min$).



1.3-rasm

4. Avtomobil va velosipedchi bir-biriga qarab tekis harakatlanayotganda ular orasidagi masofa har $t = 3 s$ davomida $S_1 = 60 m$ ga kamaya boradi. Agar ular avvalgi tezligi bilan bir tomonga harakatlansa, ular orasidagi masofa har $t = 4 s$ davomida $S_2 = 40 m$ dan uzoqlasha boradi. Avtomobil va velosipedchining tezliklarini toping ($g_A = 54 km/soat$, $g_V = 18 km/soat$).

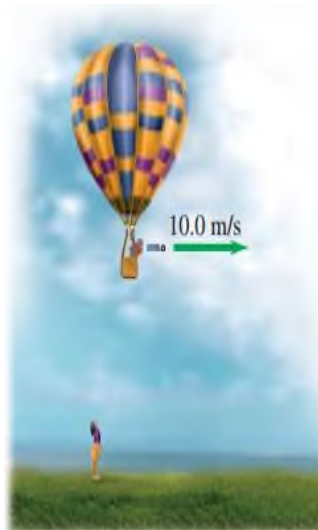
5. $75 m$ uzunlikdagi poyezd tinch holatdan boshlab tekis tezlanuvchan harakat qila boshladi. Harakat boshlanishidan oldin poyezddan $180 m$ masofada kuzatuvchi turgan (1.4-rasm). Poyezdning birinchi vagoni kuzatuvchi yonidan $18 m/s$ tezlikda o'tgan bo'lsa oxirgi vagon kuzatuvchi yonidan qanday tezlikda o'tishini aniqlang ($21 m/s$).



1.4-rasm

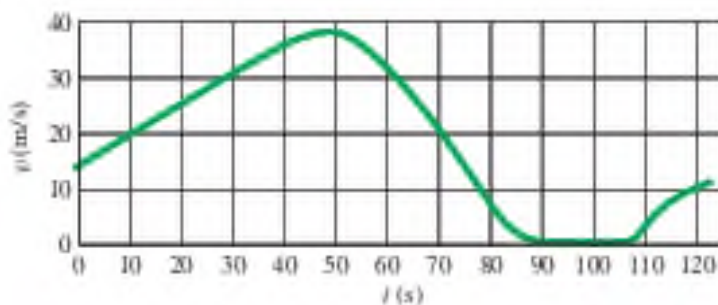
6. Havо sharida turgan odam tomonidan gorizontаl yo'nalishda $10 m/s$ tezlik bilan jism uloqtirildi (1.5-rasm). a) havо shari $3 m/s$ tezlik bilan ko'tarilayotgan, b) havо shari $3 m/s$ teslik bilan tushib kelayotgan hollar uchın jismning kuzatuvchiga nisbatan nisbiy tezliklarini aniqlang (a) $10.4 m/s$, b) $10.4 m/s$).
7. $g_1 = 1 m/s$ tezlik bilan oqayotgan daryoda suvga nisbatan $g_2 = 2 m/s$ tezlik bilan harakatlanayotgan qayiqning quyidagi hollarda qirg'oqqa

nisbatan tezligi topilsin: 1) qayiq oqim bo'yicha suzganda, 2) qayiq oqimga qarshi suzganda, 3) qayiq oqimga perpendikulyar suzganda.
(1) 3 m/s , 2) 1 m/s , 3) 2.24 m/s)



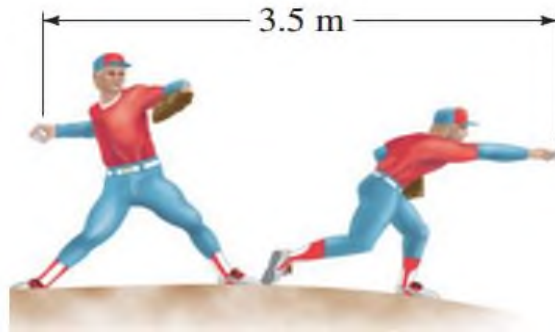
1.5-rasm

8. 1.6-rasmda tasvirlangan tezlik va vaqtning bog'lanish grafigini tushintiring.



1.6-rasm

9. Qayiq suvga nisbatan 7.2 km/soat tezlik bilan qirg'oqqa tik yo'nalishda harakat qilmoqda. Oqim qayiqni 150 km pastga sudradi. Daryoning kengligi 0.5 km . 1) Daryo oqimining tezligi va 2) qayiqning daryodan o'tishi uchun sarf qilingan vaqt topilsin
($g = 0.6\text{ m/s}$, $t = 250\text{ s}$).
10. Poyezd 36 km/soat tezlikda harakat qilmoqda. Agar bug' berish to'xtatilsa, poyezd tekis sekinlanuvchan harakat qilib 20 s dan keyin to'xtaydi. 1) Poyezdning manfiy tezlanishi topilsin. 2) To'xtash joyidan necha metr narida bug' berishni to'xtatish kerak?
($a = -0.5\text{ m/s}^2$, $s = 100\text{ m}$)
11. Beysbolchi to'pni $g = 43\text{ m/s}$ tezlik bilan uloqtirgan (1.7-rasm). To'pni uloqtirishda beysbolchi 3.5 m masofagacha tezlanish bergan bo'lsa tezlanishning qiymatini hisoblang (260 m/s^2).



1.7-rasm

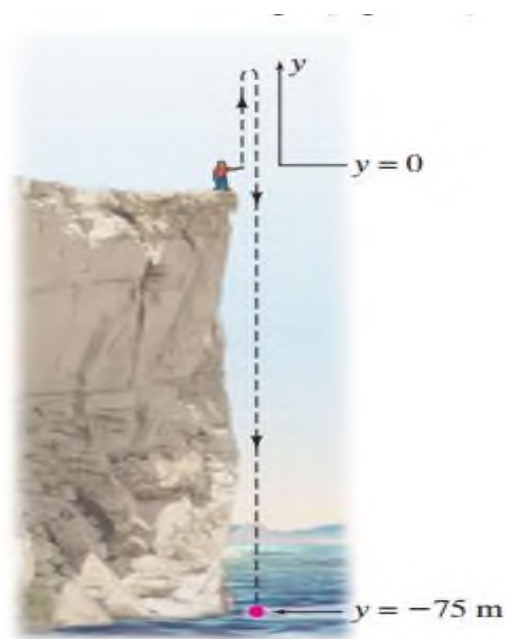
12. Vagon $-0.5m/s^2$ manfiy tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Vagonning boshlang'ich tezligi $54 km/soat$. Vagon qancha vaqtdan keyin va boshlang'ich nuqtadan qancha masofada to'xtaydi? ($t = 30 s$, $S = 225m$).
13. Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'lanishi $s = A - Bt + Ct^2$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 6 m$, $B = 3 m/s$, $c = 2 m/s^2$. Jismning 1 sekunddan 4 sekundgacha bo'lgan vaqt oralig'idagi o'rtacha tezligi va o'rtacha tezlanishi topilsin. $0 \leq t \leq 5s$ intervalda 1 sekund oralatib yo'l, tezlik va tezlanishning grafigi chizilsin ($\vartheta = 7 m/s$, $a = 4 m/s^2$).
14. Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'lanishi $s = A - Bt + Ct^2$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 3m$, $B = 2m/s$, $C = 1m/s^2$. Jism harakatining birinchi, ikkinchi va uchinchi sekund oralig'idagi o'rtacha tezligi va tezlanishi topilsin ($\vartheta_1 = 3m/s$, $\vartheta_2 = 5m/s$, $\vartheta_3 = 7m/s$, $a_1 = a_2 = a_3 = 2m/s^2$).
15. $\vartheta_0 = 2m/s$ boshlang'ich tezlikka ega bo'lgan moddiy nuqta $t_1 = 3s$ davomida tekis, $t_2 = 2 s$ davomida $a_2 = 2 m/s^2$ tezlanish bilan, $t_3 = 5 s$ davomida $a_3 = 1m/s^2$ tezlanish bilan, $t_4 = 2 s$ da $a_4 = -3 m/s^2$ tezlanish bilan va nihoyat $t_5 = 2 s$ davomida t_4 vaqt oralig'i oxirida olgan tezligi bilan tekis harakat qilgan. Moddiy nuqtaning oxirgi tezligini, bosib o'tgan yo'lini va o'rtacha tezligini aniqlang ($\vartheta = 5m/s$, $S = 82.5 m$, $\vartheta_{o'rt} = 5.9 m/s$).
16. $\vartheta_0 = 2 m/s$ boshlang'ich tezlik bilan harakatlanayotgan jism oltinchi sekundda $S_1 = 24 m$ yo'lni bosib o'tgan bo'lsa u qanday tezlanish bilan harakatlangan? Jismning o'n oltinchi sekundda bosib o'tgan yo'li S_2 ni toping ($a = 4.9 m/s^2$, $S_2 = 78 m$).

17. 225 m uzunlikdagi, doimiy tezlik bilan harakatlanayotgan poyezd telegraf ustuni yonidan 15 sekund davomida o'tadi. Teplovozning uzunligi 450 m bo'lgan tunnelga kirish paytidan oxirgi vagonning tunneldan chiqish paytigacha qancha vaqt o'tadi? Bu poyezd haydovchisining yonidan qarama-qarshi yo'nalishda 10 m/s tezlik bilan ketayotgan 300 m uzunlikdagi poyezd qancha vaqtda o'tadi?

($t_1 = 45\text{ s}$, $t_2 = 12\text{ s}$).

18. Vertikal yuqoriga otilgan jism 3 sekund dan keyin yerga qaytib tushdi. 1) Jismning boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan? 2) Jism qanday balandlikka ko'tarilgan. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

($g_0 \approx 14.7\text{ m/s}$, $h \approx 11\text{ m}$).



1.8-rasm

19. Jism $h = 19.6\text{ m}$ balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushmoqda. 1) Jism o'z harakatining birinchi 0.1 sekundida qancha yo'l bosadi? 2) Oxirgi 0.1 sekunddachi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin

($h_1 = 0.049\text{ m}$, $h_2 = 1.9\text{ m}$).

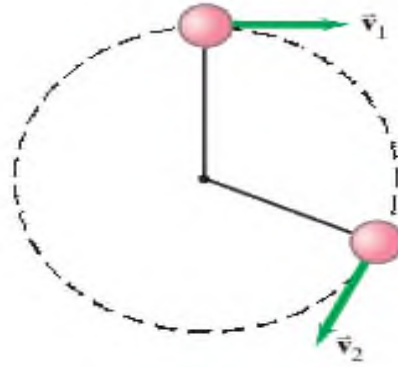
20. Tosh balandligi 75 m bo'lgan qoyadan yuqoriga vertikal ravishda 15.5 m/s tezlikda otildi (1.8-rasm). a) toshning qancha vaqt harakatlanganini, b) toshni suvga qanday tezlikda urilishini, c) tosh qancha masofa bosib o'tishini hisoblang

(a) 5.8 s , b) 41.4 m/s , c) 99.5 m).

21. $g_1 = 4\text{ m/s}$ tezlik bilan ko'tarilayotgan aerostat gondolasidan Yerdan $h = 40\text{ m}$ balandlikda yuqoriga aerostatga nisbatan $g_2 = 6\text{ m/s}$ tezlik bilan jism otilgan. Jism qancha vaqtdan keyin Yerga tushadi? Shu paytda aerostat qanay balandlikda bo'ladi? ($t = 4\text{ s}$, $h = 56\text{ m}$).

22. Jism boshlang'ich tezliksiz $t_1 = 6\text{ s}$ da Yerga erkin tushadigan balandlikdan shu jismni $g_0 = 39.2\text{ m/s}$ boshlang'ich tezlik bilan tashlansa, u qancha vaqtdan keyin Yerga tushadi? ($t_2 = 3.21\text{ s}$).

§2. Aylanma harakat kinematikasi



- Umumiy holda aylanma harakatda burchak tezlik va burchak tezlanishi:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}, \quad \varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$$

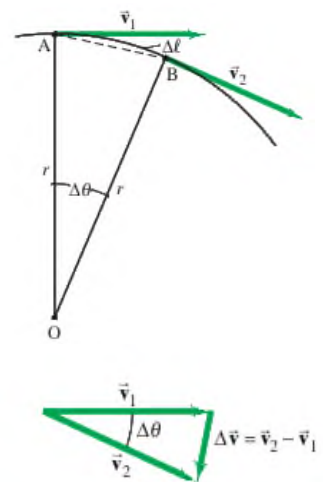
Bunda: φ -jismning t vaqtdagi burilish burchagi.

- Aylana bo'ylab tekis harakatda burchak tezlik va burchak tezlanish:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \text{const}, \quad \varepsilon = 0$$

- Agar jism aylana uzunligini tekis harakat qilib bosib o'tsa, u holda:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu = \text{const}$$



2.1-rasm

- Aylana bo'ylab tekis o'zgaruvchan harakat tenglamalari:

$$\varepsilon = \text{const}, \quad \omega = \omega_0 + \varepsilon t, \quad \varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

- Shuni aytib o'tish kerakki, ilgariylanma harakatdan farqli o'laroq aylanma harakatda burchak tezlik va burchak tezlanishlardan tashqari chiziqli tezlik va tezlanish ham mavjud, chiziqli tezlik:

$$g = \frac{\Delta\tilde{s}}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu$$

bunda $\Delta\tilde{s} - \Delta t$ vaqt ichida jism o'tgan yoy uzunligi, R -aylana radiusi, T -aylanish davri, ν -aylanish chastotasi bo'lib, $\nu = \frac{1}{T}$.

- Chiziqli to'liq tezlanish:

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$$

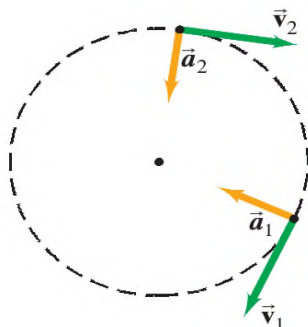
Bunda a_t -tangensial va a_n -normal tezlanishlar bo'lib: $a_t = \frac{d\vartheta}{dt} - \bar{\vartheta}$ -tezlik vektori bo'ylab yo'nalgan $a_n = \frac{\vartheta^2}{R} - \bar{\vartheta}$ -tezlik vektoriga perpendikulyar, ya'ni aylana radiusi bo'ylab aylana markaziga tomon yo'nalgan, shuning uchun u markazga intilma tezlanish deyiladi.

- Chiziqli va burchak tezliklar orasidagi bog'lanish va tezlanishlar orasidagi bog'lanish:

$$\vartheta = \omega R, a_t = \varepsilon R, a_n = \omega^2 R$$

Masala yechish namunalari

1. Maxovik g'ildirak 1 min da 720 ayl/min ga mos tezlikka erishdi, g'ildirakning burchak tezlanishini toping (2.2-rasm).



2.2-rasm

Berilgan: $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$, $v = 720 \text{ ayl/min} = 12 \text{ ayl/s}$

Topish kerak: $\varepsilon - ?$

Yechilishi: G'ildirak harakati tekis tezlanuvchan aylanma harakat bo'lganligi uchun, $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ (1), shartga ko'ra $\omega_0 = 0$ va $\omega = \varepsilon t$ (2), bundan $\varepsilon = \frac{\omega}{t}$ (3) ikkinchidan, $\omega = 2\pi v$ bo'lgani uchun: $\varepsilon = \frac{2\pi v}{t}$ (4). (4)

ifoda orqali ε ni hisoblaymiz: $\varepsilon = 1.26 \text{ rad/s}^2$.

2. Nuqta $R = 2 \text{ sm}$ radiusli aylana bo'ylab harakatlanadi, yo'lning vaqtga bog'lanishi $S = Ct^3$ tenglama orqali berilgan, bunda $C = 0.1 \text{ sm/s}^2$, chiziqli tezlik $\vartheta = 0.3 \text{ m/s}$ bo'lsa, normal va tangensial tezlanishlarni toping.

Berilgan: $R = 2 \text{ sm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, $S = Ct^3$, $C = 0.1 \text{ sm/s}^2 = 10^{-3} \text{ m/s}^3$, $\vartheta = 0.3 \text{ m/s}$

Topish kerak: $a_t - ?$, $a_n - ?$

Yechilishi: Quyidagilarga egamiz:

$a_n = \frac{g^2}{R}$ (1), $g = \frac{dS}{dt} = \frac{d}{dt}(Ct^3) = 3Ct^2$ (2), bundan $t = \sqrt{\frac{g}{3C}} = 10 \text{ s}$. Tangensial tezlanish uchun: $a_t = \frac{dg}{dt} = \frac{d}{dt}(3Ct^2) = 6Ct$ (3). (1) ifoda orqali a_n ni hisoblaymiz: $a_n = 4.5 \text{ m/s}^2$. (3) ifoda orqali a_t ni hisoblaymiz: $a_t = 0.06 \text{ m/s}^2$.

Javobi: $a_n = 4.5 \text{ m/s}^2$, $a_t = 0.06 \text{ m/s}^2$.

3. G'ildirak o'zgarmas $\varepsilon = 2 \text{ rad/s}^2$ burchak tezlanish bilan aylanmoqda, harakat boshlangandan $t = 0.5 \text{ s}$ o'tgach, uning gardishidagi nuqtaning to'la tezlanishi $a = 13.6 \text{ sm/s}^2$ ga teng bo'lsa, uning radiusini toping.

Berilgan: $\varepsilon = 2 \text{ rad/s}^2$, $t = 0.5 \text{ s}$, $a = 13.6 \text{ sm/s}^2$

Topish kerak: $R - ?$

Yechilishi: Quyidagini yozamiz: $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = a_t \sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4}$ (1)

Ushbu tenglikni quyidagicha isbotlaymiz:

Ma'lumki, $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$, $a_n = \omega^2 R$ (2). Agar $\omega = \varepsilon t$ ekanligini hisobga olsak, $a_n = \varepsilon^2 t^2 R$ (3), $a_t = \varepsilon R$ (4). (4) dan R ni topib (3) ifodaga qo'ysak, $a_n^2 = \varepsilon^2 t^4 a_t^2$ (5) (5) ni (2) ga olib borib qo'yamiz:

$$a = \sqrt{a_t^2 + \varepsilon^2 t^4 a_t^2} = a_t \sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4} \quad (6)$$

$$a_t = \frac{a}{\sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4}} \quad (7)$$

(4) va (7) ni tenglashtirib quyidagiga ega bo'lamiz:

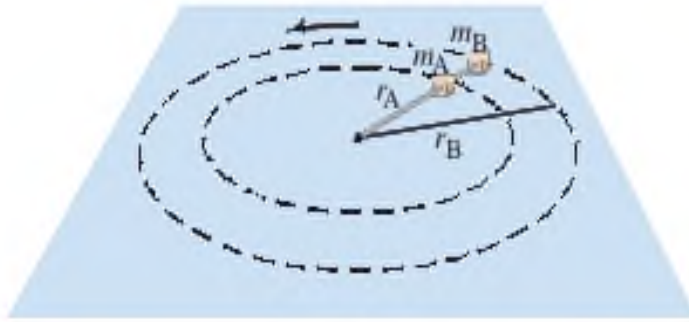
$$R = \frac{a}{\varepsilon \sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4}} \quad (8)$$

(8) tenglikdan hisoblashlar natijasida $R = 6.1 \text{ m}$ ekanligini topiladi.

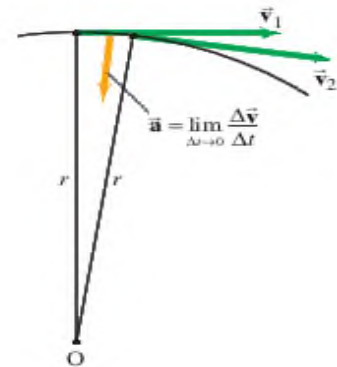
Javobi: 6.1 m .

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Aylanma harakat qilayotgan g'ildirak gardishidagi nuqtaning g_B chiziqli tezligi gardishdan o'qqa 5 sm yaqin bo'lgan nuqtasining g_A chiziqli tezligidan 2.5 marta katta bo'lsa, g'ildirakning radiusi topilsin (2.3-rasm) ($R = 8.33 \text{ sm}$).



2.3-rasm

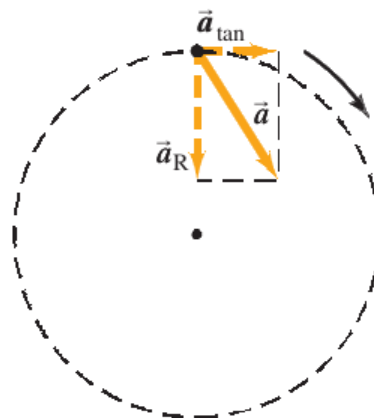


2. Maxovik g'ildirak harakat boshlanishidan $t = 1 \text{ min}$ o'tgach $\vartheta = 720 \text{ ayl/min}$ ga mos tezlikka erishadi. G'ildirakning burchak tezlanishi va 1 min dagi aylanishlar soni topilsin. Harakat tekis tezlanuvchan deb hisoblansin ($\varepsilon = 1.26 \text{ rad/s}^2$, $N = 360 \text{ ayl}$).

3. Nuqta $R = 20 \text{ sm}$ radiusli aylana bo'ylab o'zgarmas $a_t = 5 \text{ m/s}^2$ tangensial tezlanish bilan harakatlanadi. Harakat boshlanishidan qancha vaqt o'tgach nuqtaning a_n normal tezlanishi: 1) tangensial tezlanishga teng, 2) tangensial tezlanishdan ikki marta katta bo'ladi (2.4-rasm)? ($t_1 = 2 \text{ s}$, $t_2 = 2.8 \text{ s}$).

2.4-rasm

4. Nuqta $R = 10 \text{ sm}$ radiusli aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish a_t bilan harakatlanadi. Agar harakat boshlangandan keying beshinchi marta aylanish oxirida nuqtaning tezligi $\vartheta = 79.2 \text{ sm/s}$ ga teng bo'lsa, nuqtaning a_t tezlanishi topilsin (2.5-rasm), ($a_t = 0.1 \text{ m/s}^2$).



2.5- rasm

5. Nuqta $R = 10 \text{ sm}$ radiusli aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish a_t bilan harakatlanadi. Agar harakat boshlangandan keyingi

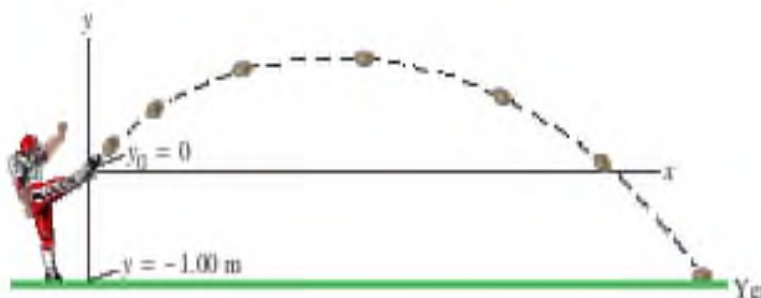
- beshinci marta aylanish oxirida nuqtaning tezligi $\vartheta = 10 \text{ m/s}$ ga teng bo'lsa, harakat boshlangandan $t = 20 \text{ s}$ o'tgandan keyin a_n normal tezlanishi topilsin ($a_t = 0.01 \text{ m/s}^2$).
6. Nuqta aylana bo'ylab shunday harakatlanadiki, jismning bosib o'tgan yo'li S ning t vaqtga bog'lanishi $S = A + Bt + Ct^2$ tenglama orqali berilgan, bunda $B = -2 \text{ m/s}$, $C = 1 \text{ m/s}^2$. Adar harakat boshlangandan 2 sekund o'tgach nuqtaning normal tezlanishi $a = 0.5 \text{ m/s}^2$ bo'lsa, harakat boshlanishidan 3 sekund o'tgach nuqtaning chiziqli tezligi, tangensial, normal va to'la tezlanishi topilsin ($\vartheta = 4 \text{ m/s}$, $a_t = 2 \text{ m/s}^2$, $a_n = 2 \text{ m/s}^2$, $a = 2.8 \text{ m/s}^2$).
 7. Avtomobil egrilik radiusi $R = 500 \text{ m}$ bo'lgan burilishda $t = 11 \text{ s}$ davomida o'z tezligini $\vartheta_1 = 15 \text{ m/s}$ dan $\vartheta_2 = 35 \text{ m/s}$ gacha oshirdi. Avtomobil tangensial tezlanishini aniqlang ($a_t = 3.2 \text{ m/s}^2$).
 8. G'ildirak o'zgarmas $\varepsilon = 2 \text{ rad/s}^2$ burchak tezlanish bilan aylanadi. Harakat $t = 0.5 \text{ s}$ o'tgach g'ildirakning to'la tezlanish $a = 13.6 \text{ m/s}$ ga teng bo'lsa, uning radiusi topilsin ($R = 6.1 \text{ m}$).
 9. Velosiped g'ildiragi $t = 0.5 \text{ min}$ da $N = 60$ marta tekis aylangan bo'lsa, g'ildirakning aylanish davri, aylanish chastotasi, burchak tezligi va velosipedchining chiziqli tezligini toping. Velosiped g'ildiragining radiusi $R = 40 \text{ cm}$ ga teng ($t = 0.5 \text{ s}$, $v = 2 \text{ s}^{-1}$, $\omega = 12.56 \text{ rad/s}$, $\vartheta = 5.024 \text{ m/s}$).
 10. Yerning sun'iy yo'ldoshi Yerning bir nuqtasi ustida turgandek ko'rinishi uchun u qanday orbita bo'ylab, qanday balandlikda harakatlanishi kerak? Yerning radiusini 6370 km deb oling ($h = 35830 \text{ km}$, $T = 24 \text{ soat}$).
 11. Yerning sun'iy yuldoshi doiraviy orbita bo'ylab $\vartheta = 8 \text{ km/s}$ tezlik va $T = 96 \text{ min}$ davri bilan aylanmoqda. Sun'iy yuldoshning Yer atrofidagi balandligini toping. Yer radiusini $R = 6400 \text{ km}$ deb oling ($h = 938 \text{ km}$).
 12. Sun'iy y'ldosh Yer atrofini doiraviy orbita bo'ylab 100 minutda aylanib chiqishi mumkinmi? 80 minutdachi? Yerning radiusini 6370 km deb oling (Mumkin, $h = 760 \text{ km}$, mumkin emas).
 13. Yer ekvatoridagi nuqtaning chiziqli va markazga intilma tezlanishlarini aniqlang. Yer sharining radiusini $R = 6400 \text{ km}$ deb oling ($\vartheta = 465 \text{ m/s}$, $a_n = 0.034 \text{ m/s}^2$).
 14. Yerning sutkalik aylanishi ($T = 24 \text{ soat}$) aylanishida Toshkent kengligi ($\varphi_1 = 41^\circ 20'$) da va Sankt-Peterburg kengligi ($\varphi_2 = 60^\circ$) da Yer sirtidagi nuqtalarning chiziqli tezliklari va markazga intilma tezlanishlarini toping. Yer radiusini $R = 6400 \text{ km}$ deb oling

- ($g_1 = 149 \text{ m/s}$, $g_2 = 232 \text{ m/s}$, $a_1 = 1.08 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$, $a_2 = 1.69 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$).
15. Bir-biridan $l = 0.5 \text{ m}$ masofada ikki disk maxkamlangan o'q $v = 1200 \text{ ayl/min}$ chastotaga mos burchakli tezlik bilan aylanma harakat qilmoqda. Disk o'qiga parallel ravishda uchib borayotgan o'q disklarni teshib o'tadi. Bunda ikkinchi diskdagi teshik birinchi diskdagiga nisbatan $\varphi = 90^\circ$ burchakka burilgan bo'lsa, o'qning tezligini toping ($g = 40 \text{ m/s}$).
 16. Vodorod atomidagi elektron taxminan $R = 5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ radiusli Bor orbitasi bo'ylab o'zgarmas $g = 2.2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlansa, elektronning yadro atrofidagi aylanma harakatining burchak tezligi va markazga intilma tezlanishlarini toping ($\omega = 4.4 \cdot 10^{16} \text{ rad/s}$, $a_n = 9.68 \cdot 10^{22} \text{ m/s}^2$).
 17. Bola uzunligi $L = 0.6 \text{ m}$ bo'lgan ipga bog'lagan toshni vertikal tekislikda $v = 240 \text{ ayl/min}$ chastota tezlik bilan aylantirilmoqda. Agar toshning tezligi mos ravishda yuqoriga yo'nalgan paytda ip uzilib ketsa, tosh qanday balandlikka ko'tariladi? ($h = 11.6 \text{ m}$).
 18. Tosh gorizontol yo'nalishda 10 m/s tezlik bilan otilgandan 3 s o'tgach, tosh trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin ($R = 3.5 \text{ m}$).
 19. Samolyotdagi yo'lovchiga Quyosh osmonda qo'zg'almay turgandek ko'rinishi uchun, samolyot ekvator bo'ylab g'arbdan sharqqa tomon qanday tezlik bilan harakatlanishi kerak? ($g = 1660 \text{ km/soat}$).
 20. Nuqta $R = 2 \text{ sm}$ radiusli aylana bo'ylab harakatlanadi. Yo'lning vaqtga bog'lanishi $x = Ct^3$ tenglama orqali berilgan, bunda $C = 0.1 \text{ sm/s}$. Tezligi $g = 0.3 \text{ m/s}$ ga teng bo'lganda nuqtaning normal va tangensial tezlanishi topilsin ($a_n = 4.5 \text{ m/s}^2$, $a_t = 0.06 \text{ m/s}^2$).
 21. Massasi $m = 150 \text{ g}$ bo'lgan sharcha radiusi $R = 0.6 \text{ m}$ bo'lgan aylana bo'ylab $T = 2 \text{ s}$ davr bilan tekis aylanmoqda. Sharcha markazga intilma tezlanishini aniqlang ($a = 94.7 \text{ m/s}^2$).
 22. Oyning Yer atrofida aylanish davri $T = 27.3 \text{ sutka}$ va aylanish radiusi $R = 384000 \text{ km}$ ekanligini bilgan holda Oyning markazga intilma tezlanishini aniqlang ($a_n = 2.72 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$).
 23. Yer hisobida Mars sayyorasi aylanish davri 687 kun. Yerdan Quyoshgacha masofa 150 mln. km ekanligini bilgan holda Mars sayyorasining Quyoshdan uzoqligini hisoblang. ($R = 2.28 \cdot 10^{11} \text{ m}$).
 24. Tosh gorizontga 60° burchak ostida $g_0 = 10 \text{ m/s}$ tezlik bilan otilgan. Trayektoriyaning eng yuqori va oxiridagi egrilik radiuslarini toping

($R_1 = 2.5 \text{ m}$, $R_2 = 20 \text{ m}$).

25. Gorizontga nisbatan $\alpha = 30^\circ$ burchak ostida $\vartheta_0 = 12 \text{ m/s}$ boshlang'ich tezlik bilan otilgan toshning ko'tarilish balandligi H , uchish vaqti t va uchish uzoqligi S_x ni toping ($H = 18.4 \text{ m}$, $t = 1.22 \text{ s}$, $S_x = 12.7 \text{ m}$).

26. Futbolchi 1 m balandlikdagi to'pni 20 m/s tezlik bilan gorizontga nisbatan 37° burchak ostida tepdi. To'p qancha vaqtda va qanday masofaga borib tushishini aniqlang (2.6-rasm). (2.53 s , 40.5 m)



2.6-rasm

27. Tosh gorizont otilgandan 0.5 sekund o'tgach, uning tezligi boshlang'ich tezligidan 1.5 marta katta bo'lgan. Toshning boshlang'ich tezligi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin ($\vartheta_0 \approx 4.4 \text{ m/s}$).

28. $H = 500 \text{ m}$ balandlikda $\vartheta_0 = 108 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchayotgan vertolyotdan unga qarama-qarshi yo'nalishda $\vartheta = 36 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakatlanayotgan turistlar teploxodiga vimpel tashlanishi kerak. Uchuvchi teploxoddan qanday masofada vimpelni tashlashi kerak? ($S = 400 \text{ m}$).

§3. Moddiy nuqta dinamikasi



• Dinamikaning asosiy qonuni: $\vec{F} = m\vec{a}$ yoki $F = m \frac{d\vartheta}{dt}$

• Agar $m = const$ bo'lsa u holda: $F = \frac{d(m\vartheta)}{dt} = m \frac{d\vartheta}{dt}$

bunda a -massasi m bo'lgan jismning F kuch ta'sirida olgan tezlanishi.

- Jismning impulsi: $\vec{k} = m\vec{g}$.
- Jism impulsining o'zgarishi kuch impulsiga teng: $dk = d(mg) = Fdt$ yoki $\Delta k = F\Delta t$.
- Jism impulsining saqlanish qonuni:

$$\vec{k}_1 + \vec{k}_2 + \dots + \vec{k}_n = \sum_{i=1}^n \vec{k}_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{g}_i = const$$

- Massalari m_1 va m_2 bo'lgan ikki jismning noelastik markaziy to'qnashuvdan keyin olgan umumiy tezligi:

$$\vec{g} = \frac{m_1 \vec{g}_1 + m_2 \vec{g}_2}{m_1 + m_2}$$

bunda g_1 va g_2 mos holda m_1 va m_2 massali jismlarning to'qnashuvdan avvalgi tezliklari.

- Agar jismlar elastik to'qnashsa, to'qnashuvdan keyin turli tezliklar oladi, massasi m_1 bo'lgan birinchi jismning olgan tezligi:

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)g_1 + 2m_2 g_2}{m_1 + m_2}$$

- Massasi m_2 bo'lgan ikkinchi jismning olgan tezligi:

$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1)g_2 + 2m_1 g_1}{m_1 + m_2}$$

- O'zgarmas kuchning bajargan ishi: $dA = (\vec{F} \cdot d\vec{S})$ va $A = \int (\vec{F} \cdot d\vec{S})$ yoki $A = FS \cos \alpha$ va $A = (\vec{F} \cdot d\vec{S})$.

bunda, α - \vec{F} kuch va \vec{S} ko'chish vektorlari orasidagi burchak.

- O'zgarmas quvvat: $N = \frac{\Delta A}{\Delta t}$, bunda ΔA -t vaqt ichida bajarilgan ish.

- Mexanikada kuchlar:

- Elastiklik kuchi, Guk qonuniga ko'ra deformatsiya Δl ga proporsional: $F = k\Delta l$, bunda k -bikrlik deyiladi.

- Og'irlik kuchi va jismning og'irligi $P = mg$, $g = 9.81 m/s^2$.

- Butun olam tortishish qonuni $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2}$, $\gamma = 6.67 \cdot 10^{-11} Nm^2 / kg^2$,

bunda R -ikkala jismlar massalar markazi orasidagi masofa.

- Ishqalanish kuchi normal bosim kuchiga proporsional $F_{ishq} = \mu P_n$, μ -ishqalanish koeffitsiyenti.

- Kinetik energiya: $W_k = \frac{m g^2}{2}$

- Og'irlik kuchi maydonidagi jismning potensial energiyasi: $W_p = mgh$

h- jismning Yerdan balandligi.

•Energiyaning saqlanish qonuni: $W = W_k + W_p = \frac{m\mathcal{G}^2}{2} + mgh = const$

•Jismning gravitasion maydonidagi potensial energiyasi: $W_p = \gamma \frac{mM}{r}$

yoki $W_p = \int Fdr$.

Masala yechish namunalari

1. Og'irligi $F = 10^4 N$ bo'lgan avtomobil tormozlangandan keyin $t = 5 s$ davomida tekis sekinlanuvchan harakat qilib, $S = 25 m$ masofani o'tib to'xtadi, tormozlanish kuchini toping.

Berilgan: $P = 10^4 N$, $t = 5 s$, $S = 25 m$

Topish kerak: $F - ?$

Yechilishi: Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra $F = ma$ (1), bunda F -tormozlovchi kuch, m -avtomobil massasi, a -tekis sekinlanuvchan harakatda avtomobilning manfiy tezlanishi. Ikkinchi tomondan tekis o'zgaruvchan harakat uchun $a = \frac{2S}{t^2}$ (2). Shuningdek, $m = \frac{P}{g}$ (3). (2)

va (3) ni (1) ga qo'yib quyidagini yozamiz: $F = \frac{P}{g} \frac{2S}{t^2}$ (4). Ushbu

tenglama orqali F ni hisoblaymiz va $F = 2 kN$.

2. $m = 0.5 kg$ massali jism $S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$ qonuniyat bo'yicha harakatlanmoqda, $C = 5 m/s^2$ va $D = 1 m/s^3$, birinchi sekund oxirida jismga ta'sir qiluvchi kuchni toping.

Berilgan: $m = 0.5 kg$, $S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$, $C = 5 m/s^2$, $D = 1 m/s^3$, $t = 1 s$

Topish kerak: $F - ?$

Yechilishi: Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra $F = ma$ (1), umumiy holda

tezlanish $a = \frac{d^2S}{dt^2}$ (2), (3) dan foydalanib jismning harakat tenglamasini quyidagicha yozamiz:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{d}{dt}(A - Bt + Ct^2 - Dt^3) = -B + 2Ct - 3Dt^2 \text{ va}$$

$$a = \frac{d^2S}{dt^2} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dS}{dt}\right) = \frac{d}{dt}(-B + 2Ct - 3Dt^2) = 2C - 6Dt$$

Demak, $a = 2C - 6Dt$ (3), (3) ni (1) ga olib borib qo'ysak $F = m(2C - 6Dt)$ (4).

Masala shartidagi kattaliklarni (4) ga qo'yib hisoblaymiz. Javobi: $F = 2N$.

3. Biror diametrli po'lat sim $F = 4400N$ gacha kuchga bardosh bera oladi, bu simga $P = 3900N$ yuk osib uzilib ketmasligi uchun uni qanday tezlanish bilan yuqoriga ko'tarish lozim?

Berilgan: $F = 4400N$, $P = 3900N$, $g = 9.81 m/s^2$

Topish kerak: $a = ?$

Yechilishi: Jism a tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilayotganligi uchun:

$$F = m(g + a) \quad (1)$$

Ikkinchidan bizga ma'lumki: $P = mg$ (2), (2) va (1) tengliklardan foydalanib tezlanishni hisoblaymiz: $F = \frac{P}{g}(g + a)$, $a = g\left(\frac{F}{P} - 1\right)$ (4).

Javobi: $a = 1.25 m/s^2$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

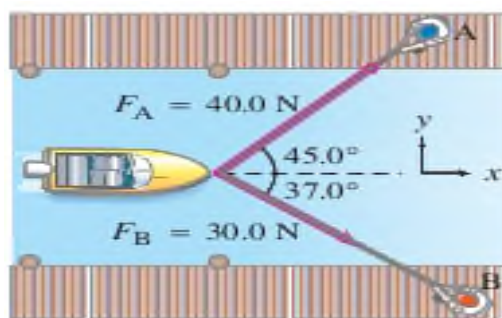
- Og'rligi $10^4 N$ bo'lgan avtomobil 5 sekund tormozlangandan keyin tekis sekinlanuvchan harakat qilib, 25 m masofani o'tib to'xtaydi. 1) Avtomobilning boshlang'ich tezligi, 2) tormozlanish kuchi topilsin ($g_0 = 36 km/soat$, $F = 208 kG$).
- Avtomobil $g_0 = 100 km/h$ tezlik bilan tormozlangandan sekinlanuvchan harakat qilib, 55 m masofani o'tib to'xtaydi (3.1-rasm). Tormozlanish kuchini aniqlang ($F = 1.1 \cdot 10^4 N$).



3.1-rasm

- 0.5 kg massali jism shunday to'g'ri chiziqli harakatlanadiki, u o'tgan s yo'lining t vaqtga bog'lanishi $S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$ tenglama bilan berilgan, bunda $C = 5 m/s^2$ va $D = 1 m/s^2$. Harakatning birinchi sekundi oxirida jismga ta'sir qiluvchi kuchning kattaligi topilsin ($F = 2N$).
- Massasi $3 \cdot 10^4 kg$ bo'lgan vagon gorizont tekislikda o'zgarmas $1.5 m/s$ tezlik bilan harakatlanib tich turgan massasi $2 \cdot 10^4 kg$ bo'lgan ikkinchi vagonga ulandi. Vagonlarning tuqnashuvdan keying tezligini aniqlang ($0.9 m/s$).
- $g = 600 m/s$ tezlik bilan uchayotgan $m = 4.65 \cdot 10^{-26} kg$ massali molekula idish devoriga tik uriladi va tezligini o'zgartirmasdan devordan elastik qaytadi. Urilish vaqtida idish devoriga berilgan kuch impulsi topilsin ($5.6 \cdot 10^{-23} N \cdot s$).

6. A va B ishchilarning qayiqni surishdagi natijaviy kuchuni hisoblang (3.2-rasm), ($F = 53.3N$).



3.2-rasm

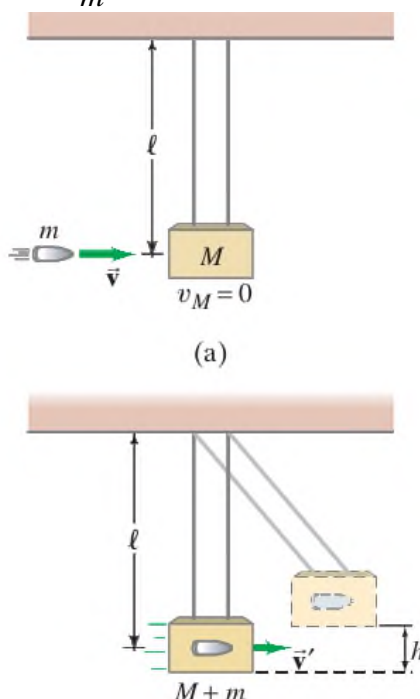
7. Og'irligi 1kg jism 1 m/s tezlik bilan gorizontol harakatlanib, 0.5kg og'irlikdagi jismni quvib yetadi va u bilan noelastik to'qnashadi. 1) Ikkinchi jism harakatsiz turgandagi, 2) ikkinchi jism birinchi jismning yo'nalishida 0.5 m/s tezlikda harakat qilganda, 3) ikkinchi jism birinchi jismga qarama-qarshi yo'nalishda 0.5 m/s tezlik bilan harakat qilgandagi hollar uchun jismlarning urilishdan keyingi tezliklari topilsin (0.67 m/s , 0.83 m/s , 0.5 m/s).
8. Avtomobilning og'irligi $9.8 \cdot 10^3\text{ N}$. Avtomobil harakatlanayotganda unga o'z og'irligining 0.1 qismiga teng bo'lgan ishqalanish kuchi ta'sir etadi. 1) Avtomobil tekis harakatlanganda motorning tortish kuchi qancha bo'lishi kerak? 2) Avtomobil 2 m/s^2 tezlanish bilan harakat qilgandachi? ($F_1 = 980\text{ N}$, $F_2 = 3000\text{ N}$).
9. Temir yo'l vagoni tormozlanganda, uning tezligi $\Delta t = 3.3\text{ s}$ vaqt oralig'ida $\vartheta_1 = 47.5\text{ km/soat}$ dan $\vartheta_2 = 30\text{ km/soat}$ gacha bir tekis o'zgaradi. Vagon tormozlanganda, polkadagi chamadon siljiy boshlashi uchun, chamadon bilan polka orasidagi ishqalanish koeffitsiyentining chegaraviy qiymati qancha bo'lishi kerak? ($k = 0.15$)
10. Mutloq silliq stol ustida bir-biriga cho'zilmas, vaznsiz ipga bog'langan ikkita qutichalar joylashgan bo'lib, qutichalarning massasi $m_1 = 12\text{ kg}$ va $m_2 = 10\text{ kg}$. 12 kg massali qutichaga gorizontol ravishda $F = 40\text{ N}$ kuch ta'sir qilmoqda. Har bir quticha olgan tezlanish va ipning taranglik kuchi topilsin ($a = 1.82\text{ m/s}^2$, $T = 21.8\text{ N}$).
11. Og'irligi $P = 2\text{ kG}$ yukni $h = 1\text{ m}$ balandlikka F o'zgarmas kuch bilan vertikal ko'tarishda $A = 8\text{ kG} \cdot \text{m}$ ish bajargan. Yuk qanday tezlanish bilan ko'tarilgan? ($a = 29.4\text{ m/s}^2$).
12. Dvigatelning o'rtacha quvvati 15 o.k. (ot kuchi) ga teng bo'lgan avtomobil 100 km yo'lni 30 km/soat o'rtacha tezlik bilan bosib o'tganda qancha miqdor benzin sarflaydi? Dvigatel FIK i 22% ga

teng, benzinning issiqlik berish qobiliyati $4.7 \cdot 10^7 J/kg$ ga teng, 1 o.k. $=736W$ ($m=13kg$).

13. Og'irligi $2kG$ bo'lgan tosh ma'lum balandlikdan yerga $1.43s$ da tushadi. Toshning yo'lining o'rta nuqtasidagi kinetik va potensial energiyasi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin

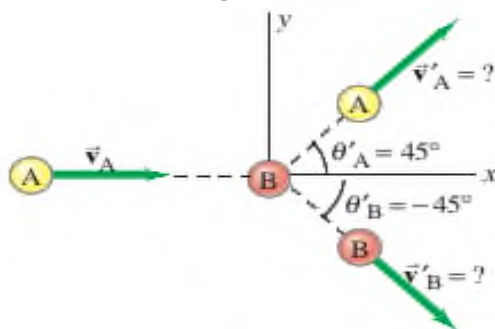
($W_k = W_p = 98.1J$).

14. Massasi m bo'lgan o'q gorizontaal ravishda uchib kelib ipga osilgan M massali taxtachaga kelib urildi va unga tiqilib qoldi. Natijada taxtacha h balandlikka ko'tarildi. O'qning urilishdan oldingi tezligini aniqlang (3.3-rasm), ($g = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gh}$).



3.3-rasm

15. Bilyard shari A gorizontaal yunalishda $g_A = 3.0 m/s$ tezlik bilan uchib kelib tinch holatdagi B sharga urildi. Hatijada sharlar 3.4-rasmdagidek o'z yo'nalishini o'zgartirib harakatlana boshladi. Urilishdan keying sharchalarning tezliklarini aniqlang.



3.4-rasm

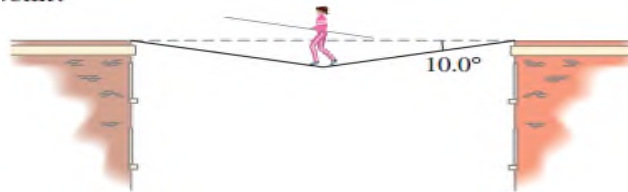
16. Har to'rt yuz yilda bir qancha sayyoralar Quyoshga nisbatan bi tomonda bir to'g'ri chiziqqa joylashadi. Sayyoralarning massalari mos ravishda: $m_V = 0.815m_{Yer}$, $m_Y = 318m_{Yer}$, $m_S = 95.1m_{Yer}$. Quyoshdan uzoqligi mos ravishda 108, 150, 778 va 1430 million km. (3.5-rasm). Yerga ta'sir qiluvchi natijaviy kuch va ta'sir kuchining ulushini aniqlang ($9.6 \cdot 10^{17} N$, $2.7 \cdot 10^{-5}$).



3.5-rasm

17. Galley kometasi har 76 yilda Quyoshga yaqinlashadi. Bunda kometa Quyoshga yetarlicha yaqinlashadi. Kometaning Quyoshdan eng uzoq masofasini toping. Kometa qaysi sayyora eng yaqin keladi? ($5.4 \cdot 10^{12} m$, *Pluton*).

18. Gorizontal yunalishda tarang tortilgan 10 m uzunlikdagi arqon ustidan massasi 50 kg bo'lgan dorboz o'tmoqda (3.6-rasm). Dorboz arqon o'rtasiga kelganda arqon gorizontga nisbatan 10^0 pasaygan bo'lsa, arqonning taranglik kuchini toping ($1410 N$).



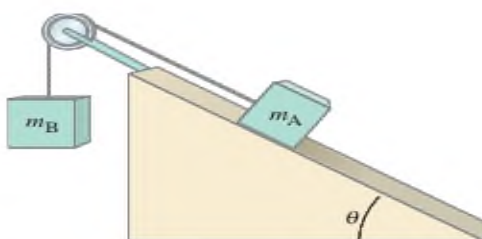
3.6-rasm

19. Massasi 870 kg bo'lgan ko'tarma kranga yuk osilgan. Kran bir necha soniyada o'nga tomon o'zgarmas tezlikda harakatlenganda yuk vertikalga nisbatan 5 daraja burchakka og'gan (3.7-rasm). Kranning qanday tezlanish bilan harakatlengani toping ($0.86 m/s^2$).



3.7-rasm

20. Massasi $m = 1\text{kg}$ bo'lgan jism $a = 9\text{m/s}^2$ tezlanish bilan tushmoqda. Jismga ta'sir qiluvchi havoning qarshilik kuchini aniqlang (0.8N).
21. Massasi 70kg bo'lgan alpinist mo'riga tufli va orqasi bilan tiralgan holda turibdi. Tufli va alpinist orqa tomonining devor bilan ishqalanish koeffitsiyenti mos ravishda 0.8 va 0.6 ga teng. Alpinist tushib ketmasligi uchun devorga qanday normal bosim kuchi bilan ta'sir etish kerak? Mo'ri devorini vertikal deb hisoblang (490N).
22. Qiyaligi $\theta = 30^\circ$ bo'lgan qiya tekislikga ikkita $m_A = m_B = 2.7\text{kg}$ bo'lgan ikkita jism turibdi (3.8-rasm). Agar m_B jism pastga harakatlayotgan bo'lsa, jismlar tezlanishini aniqlang. Ishqalanish koeffitsiyenti $k = 0.15$, blok va ipning massalarini hisobga olmang (1.6m/s^2).



3.8-rasm



Albert Eynshteyn(1879-1955)

§4. Maxsus nisbiylik nazariyasi

Nisbiylik nazariyasining fizikaviy asosi quyidagi ikki prinsipga tayanadi:

1. Nisbiylik prinsipi.

Barcha fizikaviy qonuniyatlar istalgan inersial sanoq sistemasida o'rinlidir, ya'ni ayni biror fizik hodisani inersial sanoq sistemalarining birida kuzatish orqali olingan natijalar boshqa inersial sanoq sistemalarida olingan natijalardan farq qilmaydi.

2. Yorug'lik tezligining doimiylik prinsipi.

Yorug'likning vakuumdagi tezligi barcha inersial sanoq sistemalarida birday qiymatga ega bo'lib u yorug'lik manbainig ham kuzatuvchining ham tezligiga bog'liq emas.

Ushbu prinsiplar asosida quyidagi natijalar kelib chiqadi:

- Inersial sanoq sistemasiga nisbatan g tezlik bilan harakatlanayotgan jismning chiziqli o'lchamlari kamayadi:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$$

bunda, l -harakatdagi jism chiziqli o'lchami, l_0 - tinch holatdagi jism o'lchami, c -yorug'lik tezligi.

- Inersial sanoq sistemasiga nisbatan g tezlik bilan harakatlanayotgan sistemada vaqt o'tishi sekinlashadi:

$$t = t_0 \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$$

bunda t -harakatlanayotgan sistemada o'tayotgan vaqt, t_0 -tinch turgan sistemada o'tayotgan vaqt.

- Inersial sanoq sistemasiga nisbatan g tezlik bilan harakatlanayotgan jismning massasi ortadi:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}$$

- Jismning tinchlikdagi energiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$W_0 = m_0 c^2$$

- g -tezlik bilan harakatlenganda to'la energiya quyidagicha o'zgaradi:

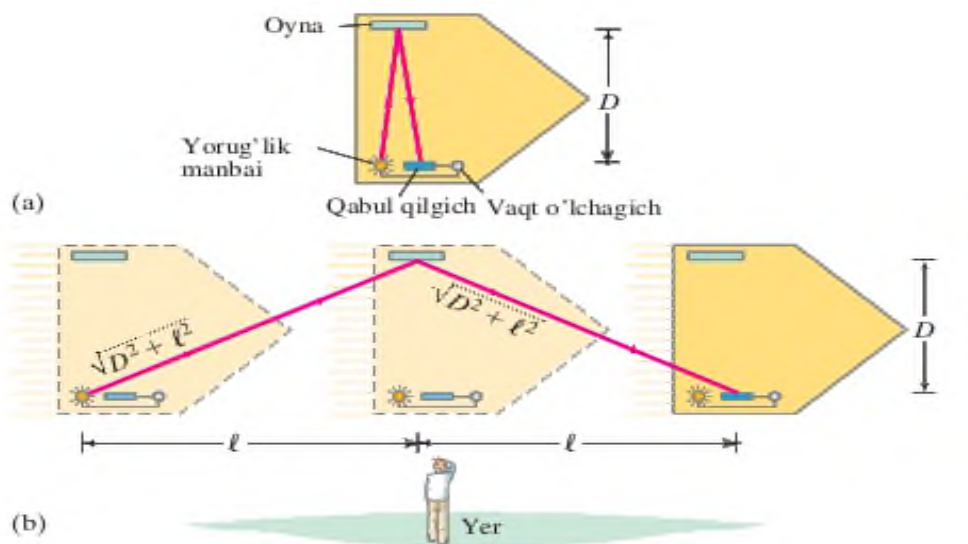
$$W_t = mc^2 = \frac{W_0}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}$$

- Jism kinetik energiyasi bilan massasi orasidagi bog'lanish:

$$W_k = W - W_0 \text{ yoki } W_k = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - g^2/c^2}} - 1 \right)$$

- Inersial sanoq sistemasiga nisbatan g tezlik bilan harakatlanayotgan jismning impulsi ortadi:

$$k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}}$$



4.1-rasm

Hayoliy tajribada hisoblanishicha kosmik kemada Yerdagi kuzatuvchiga nisbatan kam vaqt o'tgan (4.1-rasm).

Masala yechish namunalari

1. Harakatdagi jism uzunligining relyativistik qisqarishi 25% ni tashkil qilsa, nisbiy tezlikni toping.

Berilgan: $\frac{\Delta l}{l_0} = 0.25$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Topish kerak: $g - ?$

Yechilishi: Inersial sanoq sistemasiga nisbatan g tezlik bilan harakatlanayotgan jismning chiziqli o'lchamlari kamayadi:

$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$ (1). Shartga ko'ra $\Delta l = 0.25l$ (2), kelib chiqadi. (2) ni (1) ga

qo'yib quyidagilarni olamiz: $0.75l_0 = l_0 \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$, yoki $0.75 = \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$,

bundan ikki tomonini kvadratga ko'tarish natijasida $0.5625 = 1 - \frac{g^2}{c^2}$ ga

ega bo'lamiz. Bundan g ni topish qiyin emas $g = \sqrt{(1 - 0.5625)c^2}$ (3).

Ushbu tenglikdan $g = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ kelib chiqadi.

Javobi: $g = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

2. Harakatdagi elektronning massasi qanday tezlikda uning tinch holatdagi massasidan ikki marta katta bo'ladi?

Berilgan: $m = 2m_0$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Topish kerak: $g - ?$

Yechilishi: Inersial sanoq sistemasiga nisbatan g tezlik bilan harakatlanayotgan jismning massasi ortadi: $m = m_0 / \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$ (1),

bundan $\frac{m_0}{m} = \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$ (2). Ushbu tenglamaga masala shartidagi $m = 2m_0$ ni

ta'sir ettirsak: $\frac{1}{2} = \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$ (3). Bundan qidiralayotgan g ni topish

mumkin: $g = \frac{c}{2}\sqrt{3}$ (4). Javobi: $2.598 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

3. Elektron tezligi yorug'lik tezligining 95% ini tashkil qilishi uchun u qanday tezlashtiruvchi potentsiallar ayirmasidan o'tishi lozim?

Berilgan: $g = 0.95c$, $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Topish kerak: $U - ?$

Yechilishi: Potentsiallar ayirmasi U bo'lgan tezlashtirgichdan o'tgan elektron potensial energiyasi $W_p = eU$ (1) ga teng, ikkinchi tomondan

$W_k = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - g^2/c^2}} - 1 \right)$ (2). Masala shartidagi $g = 0.95c$ ni (2) tenglikka

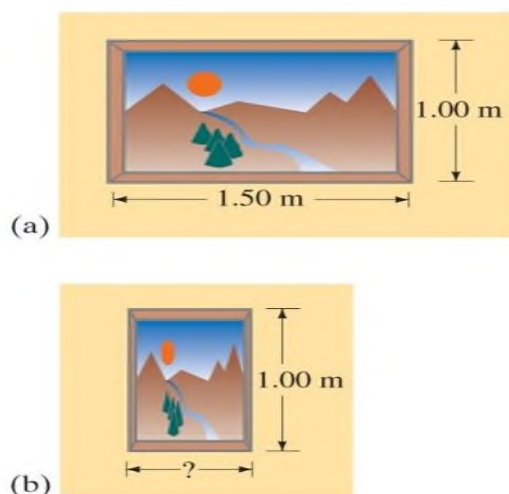
qo'llasak quyidagi kelib chiqadi: $W_k = 2.2m_0 c^2$ (3). (1) bilan (3) ni

tenglashtiramiz: $eU = 2.2m_0 c^2$ (4). Bundan $U = \frac{2.2m_0 c^2}{e}$. Bu formula orqali

izlanayotgan U ning son qiymatini hisoblasak $U = 1.1 \cdot 10^6 \text{ V}$ kelib chiqadi. Javobi: $1.1 \cdot 10^6 \text{ V}$.

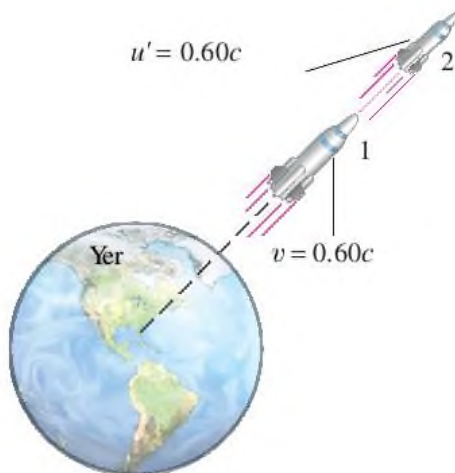
Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Harakatdagi jismning bo'ylama o'lchami ikki baravar kichrayishi uchun u qanday tezlikka erishuvi kerak? ($g = 2.6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$).
2. To'rtburchak shaklidagi rasmning bo'yi 1 m eni 1.5 m. Ushbu rasm devorida joylashgan kosmik kema Yerdan $0.9c$ tezlik bilan uzoqlashmoqda (4.2-rasm). a) Kosmik kemadagi kuzatuvchiga, b) yerdagi kuzatuvchiga nisbatan kosmik kema o'lchamlari qanday bo'ladi? (1.5 m, 0.65 m).



4.2-rasm

3. Beqaror zarracha yorug'lik tezligining 99 foizini tashkil etuvchi tezlik bilan harakat qilsa (qo'zg'almas kuzatuvchining soati bo'yicha), uning yashash vaqti necha marta uzayadi? (7.1 marta).
4. α zarracha massasi nolga teng boshlang'ich tezlikdan yorug'lik tezligining 0.9 ga baravar tezlikka qadar tezlashganida qanchaga yetadi? ($8.6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$).
5. 4.3-rasmdan foydalanib ikkinchi kosmik kemaning yerga nisbatan tezligini hisoblang.
6. Zarracha massasining nisbiy kattalashuvi 5% dan ortmasligi uchun, siklotrondagi zarrachalarni qanday energiyaga qadar tezlashtirish mumkin? Masalani 1) elektronlar, 2) protonlar, 3) deytronlar uchun hal qiling.
($k = 0.05$)



4.3-rasm

7. π -mezonning to'la energiyasi tinch holatdagi energiyasidan 10 marta katta bo'lsa, uning tezligini toping ($\rho = 2.985 \cdot 10^8 \text{ m/s}$).

8. 4 km/s tezlikda harakatlanayotgan kosmik kema uchun XBS da vaqtning nisbiy xatoligini hisoblang ($\varepsilon = 10^{-10}$).
9. Zarracha kinetik energiyasi uning tinch holatdagi energiyasiga teng bo'lishi uchun zarracha tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qilishi kerak? ($\beta = 86.6\%$).
10. Siklotron uchib chiquvchi elektronlar 0.67 MeV kinetik energiyaga ega. Shu elektronlarning tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qilishi kerak? ($\beta = 0.9$).
11. Harakatdagi elektron massasi uning tinch holatdagi massasidan ikki baravar katta. Bu elektronning kinetik energiyasini toping ($W_k = 0.2 \cdot 10^{-14} \text{ J}$).
12. Massaning elektronning tinch holatdagi massasi kattaligicha o'zgarishiga muvofiq keluvchi energiya o'zgarishini toping. ($\Delta W = 8.2 \cdot 10^{-14} \text{ J} = 0.51 \text{ MeV}$)
13. Quyosh har minutda $6.5 \cdot 10^{21} \text{ kW} \cdot \text{soat}$ ga teng energiya chiqaradi. Quyosh nurlanishi o'zgarmas deb hisoblansa, Quyosh massasi qancha vaqtda ikki baravar kamayishini toping ($7 \cdot 10^{12} \text{ yilda}$).
14. a) Laboratoriya sharoitida $0.6c$ tezlikkacha tezlashtirilgan myuonning o'rtcha yashash vaqti nimaga teng? Myuonning xususiy yashash vaqti 2.2 mks b) Myuon yemirilgunga qadar qancha masofa bosib o'tadi? ($2.8 \cdot 10^{-6} \text{ s}$, 500 m)
15. Yuqori tezlikda, ya'ni $0.75c$ tezlik bilan Yerdan Yupiterga kosmik kema uchib ketmoqda deylik. Kemadagi passajir 10 minut davomida jurnal o'qigan. a) Yerdagi soat bo'yicha bu hodisa qancha vaqt davom etadi? b) Yerdagi kuzatuvchiga nisbatan jurnal o'qib tugatilguncha kosmik kema qancha masofa bosib o'tadi? Kosmik kema yo'lovchiga nisbatanchi? (a) 1.51 min , b) $2.04 \cdot 10^{11} \text{ s}$, $1.35 \cdot 10^{11} \text{ s}$)
16. Elektronning harakat miqdorini klassik mexanika va relyativistik nisbiylik prinsipi qonunlari orqali hisoblang va taqqoslang. ($k = m\vartheta = 1.01m_0\vartheta = 1.01k_0$)
17. Fermi laboratoriyasida proton tezlashtirilishi natijasida $W_k = 10^{12} \text{ eV}$ kinetik energiyaga ega bo'lgan. Bunda proton qanday tezlikkacha tezlashtirilgan? ($\vartheta = 0.99999956$)

§5. Qattiq jismlarning aylanma harakat dinamikasi



- F kuchning biror aylanish o'qiga nisbatan momenti M quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$M = Fl$$

bunda l -aylanish o'qidan kuch yo'nalgan to'g'ri chiziqqacha bo'lgan eng qisqa masofa.

- Moddiy nuqtaning biror aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deb

$$J = mr^2$$

kattalikka aytiladi,

bunda m -moddiy nuqtaning massasi va r nuqtaning aylanish o'qidan uzoqligi.

- Moddiy nuqtaning o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti:

$$J = \int r^2 dm$$

Ushbu integralni turli geometrik shakldagi jismlarning butun hajmi bo'yicha hisoblash orqali quyidagi natijalar olinadi:

1. Yaxlit silindr(disk)ning oz o'qiga nisbatan inersiya momenti:

$$J = \frac{1}{2}mr^2$$

2. Ichki radiusi R_1 , tashqi radiusi R_2 bo'lgan kovak silindrning oz o'qiga nisbatan inersiya momenti:

$$J = m(R_1^2 + R_2^2)/2$$

3. R radiusli bir jinsli sharning markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$J = \frac{2}{5}mr^2$$

4. l uzunlikdagi bir jinsli sterjenning o'rtasidan tik ravishda o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$J = \frac{1}{12}ml^2$$

• Agar jismning o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti J_0 bo'lsa u holda shu o'qqa parallel ixtiyoriy boshqa o'qqa nisbatan inersiya momenti. J Steyner teoremasiga asosan quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$J = J_0 + md^2,$$

bunda d - parallel o'qlar orasidagi masofa.

• Moddiy nuqta impulsining ixtiyoriy qo'zg'almas O nuqtaga nisbatan impuls momentini

$$L = rp \sin(\alpha)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bu yerda α radius vektor va impuls yo'nalishlari orasidagi burchak.

• Kuch momentini ifodalovchi yana bir tenglama qattiq jism aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi deyiladi:

$$M = J \frac{d\omega}{dt}$$

bunda ω -burchak tezlik bo'lib, agar $J = const$ bo'lsa

$$M = J \frac{d\omega}{dt} = J\beta,$$

bunda β -burchak tezlanish.

• Biror o'q atrofida aylanayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi:

$$W_k = \frac{J\omega^2}{2}$$

bunda ω -burchak tezlik.

Masala yechish namunalari

1. Inersiya momenti $J = 63.6 \text{ kgm}^2$ ga teng bo'lgan maxovik 31.4 rad/s burchak tezlik bilan aylanmoqda. 20 s dan keyin to'xtasa, tormozlovchi moment qanchaga teng?

Berilgan: $J = 63.6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, $\omega_1 = 31.4 \text{ rad/s}$, $\omega_2 = 0$, $t = 20 \text{ s}$

Topish kerak: $M - ?$

Yechilishi: Qattiq jismning aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi:

$$M = J\beta(1). \text{ Bunda } \beta = \frac{\omega_1 - \omega_2}{t}, \omega_2 = 0 \text{ bo'lgani uchun } \beta = \frac{\omega_1}{t}(2). (2)$$

tenglikni (1) formulaga qo'yamiz $M = J \frac{\omega_1}{t}$ va $M = 100 \text{ N} \cdot \text{m}$ ni topamiz.

Javobi: $100 \text{ N} \cdot \text{m}$.

2. Ikkita jism massalari mos ravishda $m_1 = 5.0 \text{ kg}$, $m_2 = 7.0 \text{ kg}$ ga teng. Ular orasidagi masofa $r = 4 \text{ m}$. a) har ikkala jism o'rtasidan o'tgan o'q buyicha inersiya momenti, b) birinchi jism chap tomonidan 0.5 m masofadan o'tgan o'q buyicha inersiya momentini toping.

Berilgan: $m_1 = 5.0\text{kg}$, $m_2 = 7.0\text{kg}$, $r_1 = 4\text{m}$, $r_2 = 0.5\text{m}$

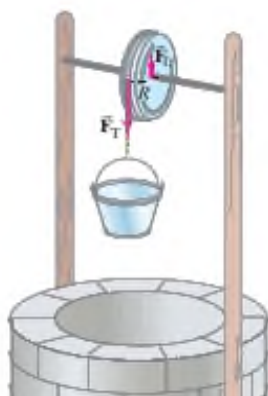
Topish kerak: $I_1, I_2 - ?$

Yechilishi: Har ikkala jism ham aylanish o'qidan bir xil a) 2m masofada ekanligidan umumiy inersiya momenti:

$$I_1 = \sum mr^2 = m_1\left(\frac{r_1}{2}\right)^2 + m_2\left(\frac{r_2}{2}\right)^2 = 48\text{kg} \cdot \text{m}^2, \quad \text{ikkinchi b) hol uchun:}$$

$$I_2 = \sum mr^2 = m_1 r_2^2 + m_2 (r_1 - r_2)^2 = 143\text{kg} \cdot \text{m}^2.$$

3. Radiusi $R = 0.5\text{m}$ barabanga ip o'ralgan bo'lib, $m = 10\text{kg}$ yuk osilgan, osilgan yuk quduqqa $a = 2.04\text{m/s}^2$ tezlanish bilan tushayotgan bo'lsa, barabanning inersiya momentini toping (5.1-rasm)?



5.1-rasm

Berilgan: $R = 0.5\text{m}$, $m = 10\text{kg}$, $a = 2.04\text{m/s}^2$

Topish kerak: $J_0 - ?$ Yechilishi: Masala shartidan ko'rinadiki ipning taranglik kuchi T aylantiruvchi moment: $M = IR$ (1) ni yuzaga keltiradi. Boshqa tomondan $M = J\varepsilon$ (2). Baraban aylanishining tangensial tezlanishi yukning tushish tezlanishiga teng bo'lganligi uchun $\varepsilon = \frac{a}{R}$ (3).

Yuk a tezlanish bilan pastga tushayotganligi uchun ipning taranglik kuchi quyidagiga teng bo'ladi $T = m(g - a)$ (4). (1), (2), (3) tenglamalarni birgalikda yechib quyidagini olamiz: $J = \frac{TR^2}{a}$ (5). (4) ni (5) ga qo'ysak

$$J = \frac{mR^2(g - a)}{a}, \text{ ushbu tenglamadan } J \text{ ni hisoblaymiz.}$$

Javobi: $J = 9.52\text{kg} \cdot \text{m}^2$.

4. 2kg og'irlikdagi disk gorizantal tekislikda 4m/s^2 tezlik bilan sirpanishsiz dumalaydi. Diskning kinetik energiyasini toping?

Berilgan: $m = 2\text{kg}$, $g = 4\text{m/s}^2$

Topish kerak: $W_k - ?$

Yechilishi: Disk gorizantal tekislikda dumalayotganligi uchun uning to'la kinetik energiyasi ilgarilanma harakat kinetik energiyasi bilan

aylanma harakat kinetik energiyasi yig'indisidan iborat: $W_k = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$

(1). Diskning o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti $J = \frac{1}{2}mR^2$ (2). Agar

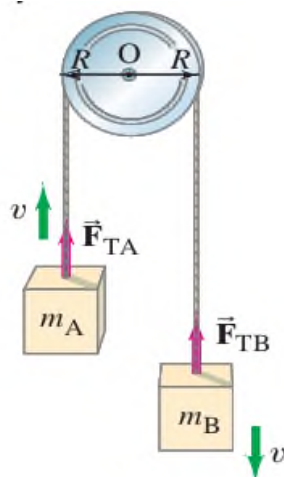
$\omega = \frac{\vartheta}{R}$ ekanligini inobatga olsak (1) va (2) tenglamalardan $W_k = \frac{3}{4}m\vartheta^2$ (3)

kelib chiqadi. Bu esa qidirilayotgan formula bo'lib u orqali W_k ni hisoblaymiz. Javobi: $W_k = 24 J$.

Mustaqil yechish uchun masalalar:

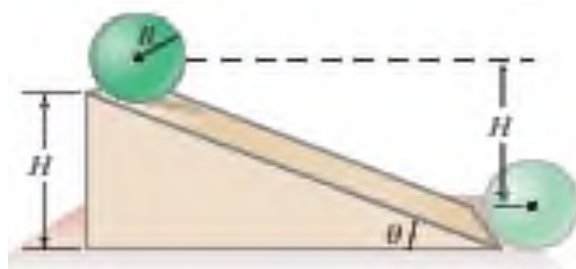
1. Yer sharining o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti va harakat miqdori topilsin. $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, $R = 6400 \text{ km}$ deb oling ($9.7 \cdot 10^{37} \text{ kgm/s}$, $7 \cdot 10^{33} \text{ kgm}^2/\text{s}$).
2. 1m uzunlikdagi va 0.5 kG og'irlikdagi bir jinsli sterjen vertikal tekislikda o'z o'rtasidan o'tgan gorizontaal o'q atrofida aylanmoqda. Agar aylantiruvchi moment $9.81 \cdot 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}$ ga teng bo'lsa, sterjen qanday burchak tezlanish bilan aylanadi? ($\varepsilon \approx 2.35 \text{ rad/s}^2$).
3. $R = 0.2 \text{ m}$ radiusli $P = 5 \text{ kG}$ og'irlikdagi disk o'z og'irlik markazidan o'tuvchi o'q atrofida aylanmoqda. Disk aylanish burchak tezligining vaqtga bog'lanishi $\omega = A + Bt$ tenglama orqali berilgan, bunda $B = 8 \text{ rad/s}^2$. Disk gardishiga qo'yilgan urinma kuchning kattaligi topilsin. Ishqalanish nazarga olinmasin ($F = 4 \text{ N}$).
4. 0.5 m radiusli va $m = 50 \text{ kg}$ massali disksimon g'ildirakning gardishiga 10 kG urinma kuch ta'sir qiladi. 1) G'ildirakning burchak tezlanishi topilsin. 2) Kuch ta'sir qila boshlagandan qancha vaqt o'tgach g'ildirakning tezligi 100 ayl/s ga mos keladi? ($\varepsilon = 7.8 \text{ rad/s}^2$, 80 s dan keyin).
5. $R = 0.2 \text{ m}$ radiusli va $m = 10 \text{ kg}$ massali maxovik aylantiruvchi qayish bilan motorga ulangan. Sirg'anishsiz harakatlanayotgan qayishning taranglik kuchi o'zgarmas bo'lib, $T = 14.7 \text{ N}$ ga teng. Harakat boshlanishidan $\Delta t = 10 \text{ s}$ o'tgandan keyin maxovik sekundiga necha marta aylanadi? Maxovik bir jinsli disk deb hisoblansin. Ishqalanish hisobga olinmasin ($v = 23.4 \text{ ayl/s}$).
6. Atvud mashinasida ishqalanishsiz harakatlanuvchi shkivga cho'zilmaydigan shur orqali ikkita jism $m_A = 65 \text{ kg}$ va $m_B = 75 \text{ kg}$ osilgan. (5.2-rasm). Shkivning massasi $m = 6 \text{ kg}$ radiusi esa $R = 0.45 \text{ m}$. a) Har bir jismning tezlanishini aniqlang, b) agar shkiv inersiya momenti hisobga olinmasa necha foiz xatolik bo'ladi?

(a) $0.69m/s^2$, $0.69m/s^2$, b) 2%).



5.2-rasm

7. Massasi M va radiusi R bo'lgan shar balandligi H bo'lgan qiya tekislikdan dumalab tushmoqda. Sharining qiya tekislik etagidagi tezligini hisoblang (5.3-rasm), ($\vartheta = \sqrt{\frac{10}{7}gH}$).



5.3-rasm

8. Inersiya momenti $245kgm^2$ ga teng bo'lgan maxovik g'ildirak $20ayl/s$ bilan aylanadi. Aylantiruvchi momentning ta'siri to'xtatilgandan bir minut o'tgach g'ildirak to'xtaydi. 1) Ishqalanish kuchining momenti, 2) aylantiruvchi moment ta'siri to'xtatilgandan boshlab to'g'ildirak to'xtaguncha uning aylanishlar soni topilsin ($M = 513N \cdot m$, $N = 600ayl$).
9. 2 kg og'irlikdagi disk gorizonta tekislikda $4m/s$ tezlik bilan sirpanishsiz dumalaydi. Diskning kinetik energiyasi topilsin ($W_k = 24J$).
10. 6 sm diametrli shar gorizonta tekislikda sekundiga $4ayl/s$ bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Sharining massasi 0.25 kg bo'lsa sharining kinetik energiyasi topilsin ($W_k = 0.1J$).
11. Og'irligi 1 kG va diametri 60 sm bo'lgan disk o'z markazidan tekisligiga tik ravishda o'tgan o'q atrofida $20ayl/s$ bilan aylanadi. Diskni to'xtatish uchun qancha ish bajarish kerak? ($A = 355J$).
12. $\vartheta = 9km/soat$ tezlik bilan ketayotgan vilosipedchining kinetik energiyasi topilsin. Vilosiped bilan vilosipedchining birgalikdagi

- og'irligi $P = 78kG$, ikkala g'ildirakning og'irligi $P_1 = 3kG$ ga teng. Vilosiped g'ildiraklari gardish deb hisoblansin ($W = 253J$).
13. $R = 10sm$ radiusli mis shar o'z og'irlik markazidan o'tuvchi o'q atrofida $v = 2ayl/sek$ ga mos tezlik bilan aylanadi. Sharning burchak tezligini ikki marta orttirish uchun qanday ish bajarish kerak? ($A = 34.1J$).
14. G'ildirak tormozlanishi natijasida tekis sekinlanuvchan aylanma harakat qilib, 1 minutda o'z tezligini $300 ayl/s$ dan $180 ayl/min$ gacha kamaytiradi. G'ildirakning inersiya momenti $2 kg \cdot m^2$. 1) G'ildirakning burchak tezlanishi, 2) tormozlovchi moment, 3) tormozlanish ishi, 4) g'ildirakning shu minut davomidagi aylanishlar soni topilsin.
 $\varepsilon = -0.21 rad/s^2$, $M_t = 0.42 N \cdot m$, $A = 630J$, $N = 240 ayl$).
15. Ventilyator $900 ayl/min$ ga mos tezlik bilan aylanadi. Ventilyator o'chirilgandan keyin, tekis sekinlanuvchan harakat qilib to'xtaguncha 75 marta aylanadi. Tormozlanish ishi $44.4 J$ ga teng. 1) Ventilyatorning inersiya momenti, 2) tormozlanish kuchini momenti topilsin ($J = 0.01 kgm^2$, $M_t = 9.4 \cdot 10^{-2} N \cdot m$).
16. Inersiya momenti $J = 245 kgm^2$ bo'lgan maxovik g'ildirak $20 ayl/s$ bilan aylanadi. G'ildirak aylantiruvchi kuch momentining ta'siri to'xtatilgandan keyin 1000 marta aylanib to'xtadi. 1) Ishqalanish kuchining momenti, 2) aylantiruvchi kuch momentining ta'siri to'xtatilgan paytdan g'ildirakning to'liq to'xtash paytigacha o'tgan vaqt topilsin ($M_{ishq} = 308 N \cdot m$, $t = 100s$).
17. $\varepsilon = 0.5 rad/s^2$ o'zgarmas burchak tezlanish bilan aylanayotgan maxovuk g'ildirak harakat boshlanishidan $t_1 = 15s$ o'tgandan keyin $L = 73.5 kg \cdot m^2/s$ ga teng harakat miqdoriga ega bo'ladi. Harakat boshlanishidan $t_2 = 20s$ o'tgandan keyin g'ildirakning kinetik energiyasini toping ($W_k = 490J$).
18. $m = 5kg$ massali diskning gardishiga urinma $F = 2kG$ o'zgarmas kuch qo'yilgan. Kuchning ta'siri boshlangandan keyin $t = 5s$ o'tgach disk qanday kinetik energiyaga ega bo'ladi? ($W_k = 1.92kJ$).
19. Massalari $m_1 = 0.3kg$, $m_2 = 0.7kg$ bo'lgan ikkita kichik jism ip bilan birlashtirilgan va silliq silindrik sirtga uning cho'qqisiga nisbatan simmetrik qo'yilgan. Silindrik sirtning jismlarni tutashtiruvchi radiuslari orasidagi burchak 60° ga teng. Jismlar sistemasi tezlanishini toping ($a = 2 m/s^2$).

20. Og'irligi 80 kG bo'lgan va radiusi 1 m gorizontl platforma 20 ayl/min ga mos burchak tezlik bilan aylanadi. Platformaning markazidan qo'llarini yoyib, toshlarni ushlagan holda odam turibdi. Agar odam qo'lini tushirib, o'zining inersiya momentini $2.94 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ dan $0.98 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ gacha kamaytirsa, platformaning bir minutdagi aylanishlar soni qancha bo'ladi? Platforma bir jinsli doiraviy disk deb hisoblansin ($v = 21 \text{ ayl/min}$).
21. $m = 10 \text{ kg}$ massali harakatsiz platformaning ustida og'irligi $M = 60 \text{ kg}$ odam turibdi. Agar odam aylanish o'qining atrofida 5 m radiusli aylana bo'ylab platformaga nisbatan 4 km/soat tezlik bilan harakatlansa, platforma minutiga necha marta aylana boshlaydi? Platformaning radiusi 10 m . platforma bir jinsli doiraviy disk deb, odamni moddiy nuqta deb hisoblang.
($v = 0.49 \text{ ayl/min}$)

§6. Elektr o'zaro ta'sir



- Ikkita zaryadlangan jismlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchi Kulon qonuniga ko'ra quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$$

bunda q_1 va q_2 lar jismlarning elektr zaryadlari, r -ular orasidagi masofa, ϵ -muhitning dielektrik singdiruvchanligi, ϵ_0 elektr doimiysi bo'lib, u $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ga teng.

- Kulon qonunini ifodalovchi tenglamadagi barcha o'zgarmas kattaliklar uchun quyidagicha belgilash kiritamiz:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Unga ko'ra $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$. Bundan Kulon qonuni

$$F = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r^2}$$

ko'rinishga keladi.

- Ixtiyoriy ikkita zaryadning o'zaro ta'sir potensial energiyasini umumiy holda quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$W_p = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Masala yechish namunalari

1. Havoda bir-biridan qanday masofada 1 mkC va 10 nC zaryadlar 9 mN kuch bilan o'zaro tasirlashadi.

Berilgan: $q_1 = 1 \text{ mkC}$, $q_2 = 10 \text{ nC}$, $F = 9 \text{ mN}$, $\varepsilon = 1$

Topish kerak: $r - ?$

Yechilishi: Kulon qonuniga ko'ra $F = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r^2}$, bundan $r^2 = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon F}$ yoki

$r = \sqrt{k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon F}}$ dan r ni hisoblasak, $r = 10 \text{ sm}$ kelib chiqadi. Javobi: 10 sm .

2. Havoda bir-biridan $r_1 = 20 \text{ sm}$ masofada joylashgan ikkita nuqtaviy zaryad o'zaro qandaydir kuch bilan ta'sirlashadi. Xuddi shunday kuch bilan moyda o'zaro ta'sirlashishi uchun ularni qanday r_2 masofaga joylashtirish kerak? Havo uchun muhitning dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon_1 = 1$ va moy uchun $\varepsilon_2 = 5$ deb oling.

Berilgan: $F_1 = F_2$, $\varepsilon_1 = 1$, $\varepsilon_2 = 5$, $r_1 = 20 \text{ sm}$

Topish kerak: $r_2 - ?$

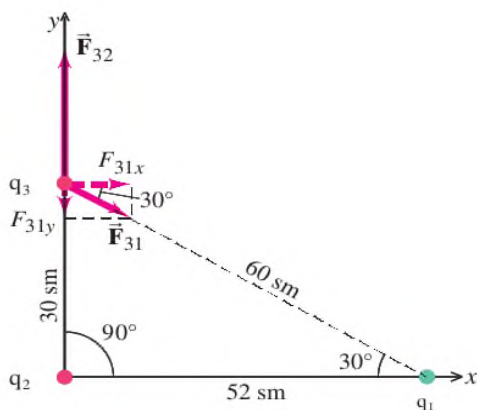
Yechilishi: Zaryadlarning havoda o'zaro ta'sir kuchi $F_1 = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon_1 r_1^2}$ kabi

aniqlanadi, zaryadlarning moydagi o'zaro ta'sir kuchi esa $F_2 = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon_2 r_2^2}$

ga teng. Masala shartiga ko'ra $F_1 = F_2$ bo'lani uchun $k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon_1 r_1^2} = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon_2 r_2^2}$,

bundan $r_2^2 = \frac{\varepsilon_1 r_1^2}{\varepsilon_2}$ yoki $r_2 = \sqrt{\frac{\varepsilon_1 r_1^2}{\varepsilon_2}}$. Javobi: 9 sm .

3.6.1-rasmdan foydalangan holda $q_1 = 8.6 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ va $q_2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ zaryadlarning $q_3 = 6.5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ zaryadga ta'sir etuvchi natijaviy kuchni aniqlang.



6.1-rasm

Yechilishi:

$$F_{31} = k \frac{q_1 q_3}{r_{31}^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \times 6.5 \cdot 10^{-5} \text{ C} \times 8.6 \cdot 10^{-5} \text{ C}}{(0.6 \text{ m})^2} = 140 \text{ N}$$

$$F_{32} = k \frac{q_2 q_3}{r_{32}^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \times 6.5 \cdot 10^{-5} \text{ C} \times 5.0 \cdot 10^{-5} \text{ C}}{(0.3 \text{ m})^2} = 325 \text{ N}$$

Endi kuchlarning x o'qiga proyeksiyasini topamiz:

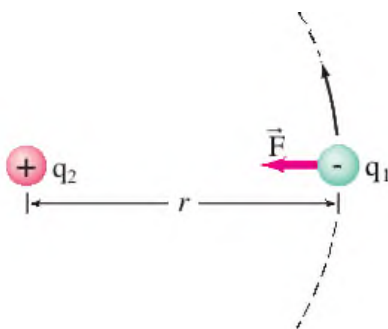
$$F_{31x} = F_{31} \cos 30^\circ = 140 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 120 \text{ N} \quad F_{31y} = -F_{31} \sin 30^\circ = -140 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = -70 \text{ N}$$

demak, $F_x = F_{31x} = 120 \text{ N}$, $F_y = F_{32} + F_{31y} = 325 \text{ N} - 70 \text{ N} = 255 \text{ N}$.

Natijaviy kuchni hisoblasak, $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(120 \text{ N})^2 + (255 \text{ N})^2} = 280 \text{ N}$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

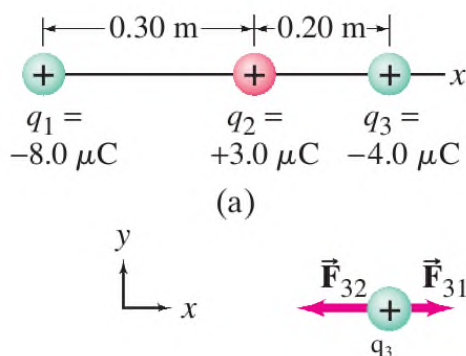
1. Vodorod atomining yadrosi bilan elektroni orasidagi tortishish kuchi topilsin (6.2-rasm). Vodorod atomining radiusi $0.5 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$, yadro zaryadi elektron zaryadiga miqdor jihatdan teng va qarama-qarshi ishoralidir ($F = 9.23 \cdot 10^{-8} \text{ N}$).



6.2-rasm

2. Bir-biridan $r_1 = 5 \text{ sm}$ masofada turgan ikkita zaryad havo ($\epsilon_1 = 1$) da o'zaro $F_1 = 120 \text{ mkN}$ kuch bilan, ma'lum bir elektr o'tkazmaydigan suyuqlikda esa $r_2 = 10 \text{ sm}$ masofada o'zaro $F_2 = 15 \text{ mkN}$ kuch bilan

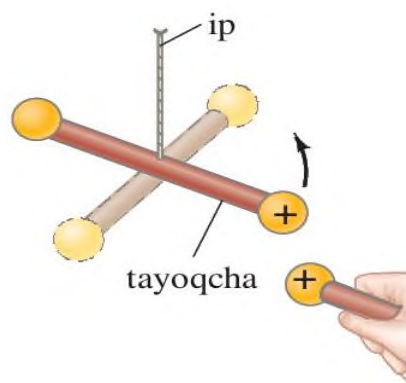
- ta'sirlashadi. Suyuqlikning dielektrik singdiruvchanligi nimaga teng? ($\epsilon_2 = 2$).
- Ikkita nuqtaviy zaryad o'zaro ta'sir kuchining ular orasidagi masofaga bog'lanish grafigi chizilsin. Grafik $2 \leq r \leq 10 \text{ sm}$ intervalda 2 sm oraliq bilan chizilsin. Zaryadlar miqdori mos ravishda $2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ va $3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$.
 - Ikkita protonning Nyuton tortishish kuchi ularning Kulon itarishish kuchidan necha marta kichik? Protonning zaryadi miqdor jihatdan elektron zaryadiga teng ($1.25 \cdot 10^{36}$ marta).
 - Natriy atomini bombardimon qilayotgan proton va uning yadrosiga $6 \cdot 10^{-12} \text{ sm}$ gacha yaqin keldi deb hisoblab, proton bilan natriy yadrosining elektrostatik itarishish kuchi topilsin. Natriy yadrosining zaryadi proton zaryadidan 11 marta ko'p. Natriy atomi elektron qobig'ining ta'siri hisobga olinmasin ($F = 0.7 \text{ N}$).
 - Rasmda tasvirlangan uchta zaryaddan uchinchi zaryadga ta'sir qiluvchi natijaviy kuchni aniqlang (6.3-rasm), ($F = 0.5 \text{ N}$).



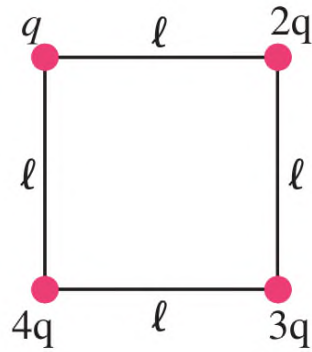
6.3-rasm

- Har birining og'irligi 0.2 kG bo'lgan ikkita zaryadlangan metal sharcha bir-biridan biror oraliqda turibdi. Agar shu oraliqda ularning elektrostatik energiyasi o'zaro gravitatsion ta'sir energiyasidan million marta kattaligi ma'lum bo'lsa, sharchaning zaryadi topilsin ($q = 1.7 \cdot 10^{-8} \text{ C}$).
- Zaryadi q va massasi m bo'lgan ikkita zarrachaning elektrostatik o'zaro ta'sir energiyasi ularning gravitatsion o'zaro ta'sir energiyasidan necha marta katta? Masalani: 1) elektronlar uchun, 2) protonlar uchun yeching ($\frac{W_{el}}{W_{gr}} = 4.17 \cdot 10^{42}$, $\frac{W_{pr}}{W_{gr}} = 1.24 \cdot 10^{36}$).
- Biri ikkinchisidan 4 marta katta bo'lgan zaryad havoda bir-biridan 5sm masofada turibdi va 18 dina kuch bilan o'zaro itarishmoqda. Bu zaryadlar qanday masofada 8 dina kuch bilan ta'sirlashadi? Zaryadlar miqdori aniqlang ($q_1 = 14 \text{ nC}$, $q_2 = 3.5 \text{ nC}$, $r_2 = 7.5 \text{ sm}$).

10. Massasi $m = 3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$, zaryadi $q_1 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ bo'lgan sharcha havo ($\varepsilon = 1$) da tok o'tkazmaydigan ingichka ipga osilgan. Agar sharchadan pastga $r = 0.1 \text{ m}$ masofada ikkinchi $q_2 = -1.5 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ zaryad joylashtirilgan bo'lsa, ipning taranglik kuchini toping. Og'irlik kuchining tezlanishini $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ deb oling (32.1 N).
11. Og'irligi 980 mkN , zaryadi $q = 20 \text{ nC}$ bo'lgan sharcha havo ($\varepsilon = 1$) da ingichka ipak ipga osilgan. Ipning taranglik kuchi ikki marta kamayishi uchun pastga bu zaryadga ishorasi va miqdori bir xil bo'lgan boshqa bir zaryadni qanday masofaga joylashtirish lozim? (8.57 sm).
12. Uzunligi $l = 20 \text{ sm}$ bo'lgan iplarga osilgan ikkita bir-xil sharcha bir-biriga tegib turibdi. Sharchalarga umumiy $q_0 = 0.4 \text{ mkC}$ zaryad berilgandan keyin, ular bir-biridan shunday uzoqlashganki, bunda iplar orasidagi burchak $\alpha = 60^\circ$ ni tashkil etgan. Har bir sharchaning massasini toping (1.59 g).
13. Uzunligi $l = 1 \text{ m}$ li ipak iplarga osilgan, har birining massasi $m = 0.25 \text{ g}$ dan bo'lgan, bir xil zaryadlangan ikkita sharcha havo ($\varepsilon = 1$) da bir-biridan $r = 6 \text{ sm}$ ga uzoqlashgan. Har bir sharchaning zaryadi nimaga teng? ($q = 5.4 \text{ nC}$).
14. Har birining uzunligi 60 sm dan bo'lgan ikkita ipak ipga massalari 0.42 g bo'lgan ikkita sharcha osilgan. Bu iplarning bir uchi bitta nuqtaga mahkamlangan bo'lib ikkinchi uchiga mahkamlangan sharlar bir xilda zaryadlanib suvga tushirilgan. Agar sharlar itarishish kuchi tufayli bir-biridan 6 sm uzoqlashgan bo'lsa ularda qancha zaryad bor? Suv uchun $\varepsilon = 81$ ga teng ($q = 79.6 \text{ nC}$).
15. Bir-biridan 5 sm masofada turgan ikkita zaryad $\varepsilon_1 = 1$ bo'lgan muhitda 120 mkN kuch bilan ta'sirlashmoqda, boshqa muhitda 10 sm masofada 15 mkN kuch bilan ta'sirlashmoqda. ε_2 ni toping ($\varepsilon_2 = 2$).
16. Kulon qonunidagi (6.4-rasm) proporsionallik koeffitsiyentini aniqlashda ishlatilgan Kulon tarozisi ishlash prinsipini tushintiring.
17. Tomonining uzunligi l bo'lgan kvadrat uchlariga $q, 2q, 3q$ va $4q$ zaryadlar joylashtirilgan. $2q$ zaryadga ta'sir qiluvchi kuch kattaligini va yo'nalishini toping (6.5-rasm), ($10.1 \cdot k \frac{q}{l^2}, 61^\circ$).

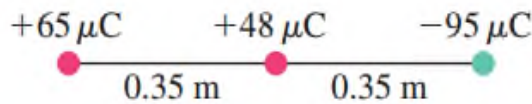


6.4-rasm



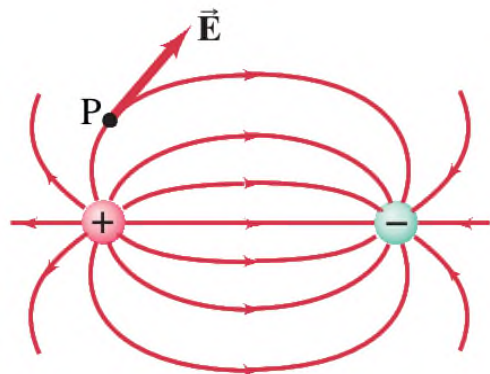
6.5- rasm

18. Qiymatlari $+65\text{mkC}$, $+48\text{mkC}$ va -95mkC bo'lgan zaryadlangan zarrachalar bir to'g'ri chiziqda joylashgan. O'rtadagi zarracha qolgan ikki zarrachadan bir xil 0.35m masofada joylashgan. Har bir zarraga boshqa ikki zarraning ta'sir kuchini toping (6.6- rasm).
(120N , 560N , 450N).



6.6- rasm

§7. Elektr maydon kuchlanganligi



- Elektr maydon kuchlanganligi deb maydonga kiritilgan birlik musbat sinov q_0 zaryadga ta'sir qiluvchi F kuchga miqdor jihatdan teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$E = \frac{F}{q_0}$$

- Elektr maydon induksiyasi:

$$D = \varepsilon\varepsilon_0 E$$

- Ostrogradskiy-Gauss teoremasi:

$$N = \int (\vec{D} \cdot d\vec{S} \cdot \vec{n}) = DS \cos \alpha$$

- Gauss teoremasiga ko'ra maydon kuchlanganligi oqimi barcha zaryadlarning algebraik yig'indisiga proporsionaldir:

$$N_E = \sum_{i=1}^n q_i$$

Gauss teoremasidan turli geometrik shakldagi zaryadlangan jismlarning hosil qilgan maydon kuchlanganli uchun quyidagi natijalar kelib chiqadi:

1. Zaryadlangan cheksiz uzun ipning biror a masofada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon\epsilon_0 a}$$

Bunda τ uzunlik birligiga to'g'ri keladigan zaryad miqdori yoki zaryadning chiziqli zichligi deyiladi.

2. Zaryadlangan cheksiz tekislikning elektr maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$$

σ -zaryadning sirt zichligi yoki 1m^2 yizaga to'g'ri keladigan zaryad miqdori.

3. Yassi kondensator qoplamalari orasidagi elektr maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}$$

4. Nuqtaviy zaryadning yoki zaryadlangan sharning shar markazidan r masofada hosil qilgan maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2} = k \frac{q}{r^2}$$

- Shuningdek, bir jinsli elektr maydon uchun quyidagi ifoda ham o'rinlidir

$$E = \frac{U}{d}$$

d -kondensator qoplamalari orasidagi masofa.

Agar tekislik R radiusli disk bo'lsa, markazidan a uzoqlikdagi maydon kuchlanganligi:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} \left(1 - \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}}\right)$$

Masala yechish namunalari

1. 7.43nC va -14.67nC ikkita zaryad oralig'i 5 sm . 1-zaryaddan 3 sm , 2-zaryaddan 4 sm masofadagi elektr maydon kuchlanganligini toping.

Berilgan: $q_1 = 7.43\text{nC}$, $q_2 = -16.43\text{nC}$, $r_1 = 3\text{ sm}$, $r_2 = 4\text{ sm}$, $r = 5\text{ sm}$

Topish kerak: $E - ?$

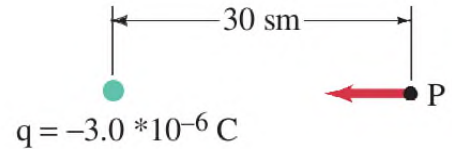
Yechilishi:

Masala sharti asosida chizilgan chizmadagi burchak $\alpha=90^0$ bo'lganligi uchun $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$ (1) kabi yoziladi. Boshqa tomondan

$$E_1 = k \frac{q_1}{\varepsilon r_1^2} \text{ va } E_2 = k \frac{q_2}{\varepsilon r_2^2} \text{ ekanligidan } E = \frac{k}{\varepsilon} \sqrt{\frac{q_1}{r_1^4} + \frac{q_2}{r_2^4}} \text{ (2).}$$

Javobi: $E = 112 \text{ kV/m}$.

2. $q = -3.0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ bo'lgan nuqtaviy zaryaddan 30 sm masofadagi elektr maydon kuchlanganligini hisoblang (7.1-rasm).



7.1-rasm

Berilgan: $q = -3.0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, $r = 30 \text{ sm}$, $E = ?$

Yechilishi:

$$E = k \frac{q}{R^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \times 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(0.3 \text{ m})^2} = 3 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

3. Ikkita $q_1 = 8 \text{ nC}$ va $q_2 = -6 \text{ nC}$ nuqtaviy zaryad o'rtasidagi nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi toping. Zaryadlar oralig'i $r = 10 \text{ sm}$, $\varepsilon = 1$.

Berilgan: $q_1 = 8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, $q_2 = -6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, $r = 10 \text{ sm}$, $\varepsilon = 1$

Topish kerak: $E = ?$

Yechilishi: q_1 zaryadni $r_1 = \frac{r}{2} = 5 \text{ sm}$ masofada hosil qilgan maydon

kuchlanganligi $E_1 = k \frac{q_1}{\varepsilon r_1^2}$ (1), q_2 zaryadni $r_2 = \frac{r}{2} = 5 \text{ sm}$ masofada hosil

qilgan elektr maydon kuchlanganligi $E_2 = k \frac{q_2}{\varepsilon r_2^2}$ (2). Maydon

kuchlanganligining superpozitsiya prinsipiga ko'ra $E = E_1 + E_2$ (3), (1)

va (2) ni (3) ga qo'ysak $E = \frac{k}{\varepsilon} \sqrt{\frac{q_1}{r_1^2} + \frac{q_2}{r_2^2}}$ (4), bundan qidirilayotgan E

kattalik hisoblanadi.

Javobi: 50400 V/m

4. Bir xil ishorali zaryadlangan va bir xil $\sigma = 3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$ sirt zichlikka ega bo'lgan cheksiz tekislik yuza birligiga qanday kuch ta'sir qiladi?

Berilgan: $\sigma = 3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$, $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$

Topish kerak: $\frac{F}{S} = ?$

Yechilishi: Zaryadlangan cheksiz tekislik maydon kuchlanganligi

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$ (1), boshqa tomondan $E = \frac{F}{q}$ (2), bunda $q = \sigma S$ (3) ekanligidan

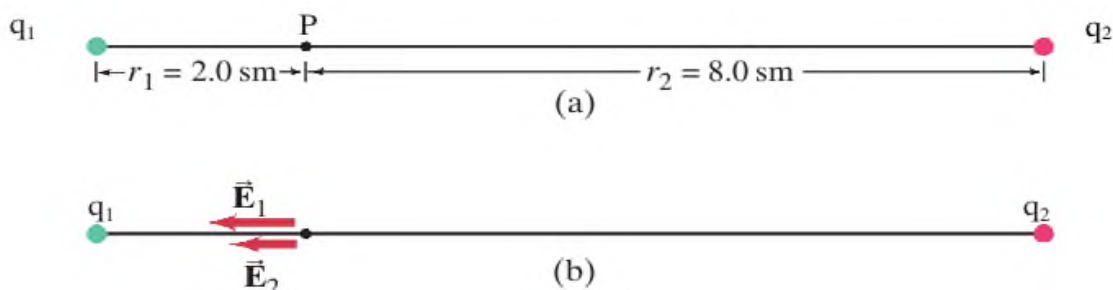
$$\frac{F}{S} = 5.1 \text{ N/m}^2.$$

Javobi: 5.1 N/m^2

5. Ikkita Nuqtaviy zaryad bir-biridan 10sm masofada joylashgan.(7.2-rasm). Birinchisining zaryadi $q_1 = -25 \text{ mkC}$, ikkinchisi $q_2 = +50 \text{ mkC}$. a) birinchi zaryaddan 2sm masofadagi elektr maydon kuchlanganligini aniqlang. b) elektron elektr maydon ta'sirida qanday tezlanish bilan harakatlanadi?

Topish kerak: $E - ?, a - ?$

Yechilishi:



7.2-rasm

Rasmdan ko'rinib turibdiki, elektr maydon kuchlanganligi bir tomonga yo'nalgan.

$$E = k \frac{q_1}{r_1^2} + k \frac{q_2}{r_2^2} = k \left(\frac{q_1}{r_1^2} + \frac{q_2}{r_2^2} \right) = (9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \left(\frac{25 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(2.0 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} + \frac{50 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(8.0 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} \right) = 6.3 \cdot 10^8 \text{ N/C}$$

Elektron tezlanishini hisoblasak:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{(1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C})(6.3 \cdot 10^8 \text{ N/C})}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 1.1 \cdot 10^{20} \text{ m/s}^2$$

Javobi: $E = 6.3 \cdot 10^8 \text{ N/C}$, $a = 1.1 \cdot 10^{20} \text{ m/s}^2$.

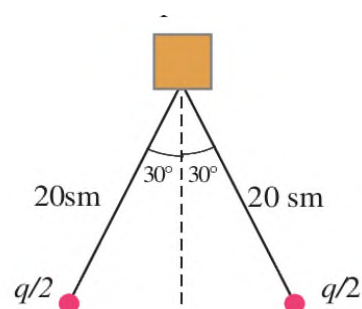
Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Har bir uchida 2.33 nC zaryad turgan kvadratning markaziga manfiy zaryad joylashtirilgan. Agar har zaryadga ta'sir etuvchi natijaviy kuch nolga teng bo'lsa, markazdagi zaryad miqdori qancha?
($q = -2.23 \cdot 10^{-9} \text{ C}$).
2. Muntazam oltiburchakning uchlariga uchta musbat va uchta manfiy zaryad joylashtirilgan. Har bir zaryadning miqdori $q = 1.5 \text{ nC}$. Oltiburchakning tomoni 3 sm. Bu zaryadlarni turli kombinatsiyalarda

joylashtirib, oltiburchak markazidagi elektr maydon kuchlanganligi toping (Zaryadlarning joylashishiga qarab

1) $E = 0$, 2) $E = 6 \cdot 10^4 \text{ V/m}$, 3) $E = 3 \cdot 10^4 \text{ V/m}$).

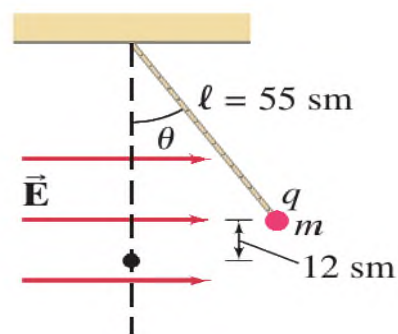
3. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan ikkita sharcha iplarga osilgan bo'lib, ularning sirtlari bir-biriga tegib turadi (7.3-rasm). Sharchalarga $q_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ zaryad berilgandan keyin sharchalar o'zaro itarishib, bir-biridan 60° burchakka uzoqlashadi. Osilish no'qtasidan sharchaning markazigacha bo'lgan oraliq 20 sm. Sharchaning og'irligi topilsin.



7.3-rasm

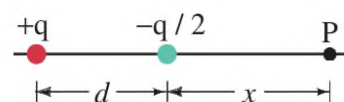
($P = 1.6 \cdot 10^{-3} \text{ kG}$).

4. Massasi $m = 1 \text{ gr}$ bo'lgan, uzunligi $l = 55 \text{ sm}$ bolgan cho'zilmaydigan vaznsiz ipga osilgan zaryadlangan zarraga qiymati $E = 9500 \text{ N/C}$ bo'lgan tashqi elektr maydon ta'sir qilmoqda. Bunda zarra muvozanat vaziyatiga nisbatan $x = 12 \text{ sm}$ ko'tarilgan (7.4-rasm). Zarraning zaryad miqdori va ishorasini aniqlang.



7.4-rasm

5. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan ikkita sharcha iplarga osilgan bo'lib, ularning sirtlari bir-biriga tegib turadi. Osilish no'qtasidan sharchaning markazigacha bo'lgan masofa 10 sm. Har bir sharchaning og'irligi $5 \cdot 10^{-13} \text{ kG}$. Iplarning tarangligi 0.098 N ga teng bo'lishi uchun sharchalarga qancha zaryad berish kerak? ($q = 1.1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$).



7.5-rasm

6. 7.5-masaladagi sharchalar kerosinga tushirilganda iplar bir-biridan 54° ga uzoqlashadi deb hisoblab, sharchalar materialining zichligi topilsin ($\rho_1 = 2550 \text{ kg/m}^3$).
7. 5-rasmdan foydalanib elektr maydon kuchlanganligi holga teng bo'lgan nuqtani aniqlang ($x = d(\sqrt{2} + 1) = 2.41d$).
8. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan zaryadlangan ikkita sharchani bir xil zaryadlangan ikkita sharchani bir xil uzunlikdagi iplarga osib, zichligi ρ_1 va dielektrik kirituvchanligi ϵ bo'lgan suyuq dielektrikka tushirildi. Havoda va dielektrikda iplarning bir-biridan uzoqlashish

burchagi bir xil bo'lishi ushuncha sharchalar materialining zichligi qancha bo'lishi kerak? ($\rho = \frac{\epsilon \rho_1}{\epsilon - 1}$).

9. Zaryadlangan cheksiz tekislikning elektr maydoni shu maydonga kiritilgan zaryadlangan cheksiz uzun ipning har metriga qanday kuch bilan ta'sir etadi? Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi $3 \cdot 10^{-8} C/sm$ va tekislikdagi zaryadning sirt zichligi $2 \cdot 10^{-9} C/sm^2$ ($F = 3.4N$).

10. $3 \cdot 10^{-8} C/cm$ chiziqli zichlikda, bir xil ishorada zaryadlangan va bir-biridan 2 sm uzoqlikda bo'lgan ikkita cheksiz uzun iplar (uzunlik birligida) qanday kuch bilan itarishadi? Bu iplar bir-biriga 1sm gacha yaqinlashtirish uchun (uzunlik birligida) qanday ish bajarish kerak?
($\frac{F}{l} = 8.1 N/m$, $\frac{A}{l} = 0.112 J/m$).

11. Diametri 1sm bo'lgan mis shar yog' ichiga joylashtirilgan. Yog'ning zichligi $\rho = 800 kg/m^3$. Agar bir jinsli elektr maydonida shar yog' ichida muallaq bo'lsa, sharning radiusi qancha bo'ladi?

$$(q = \frac{4\pi^3 g(\rho_1 - \rho_2)}{3E} = 1.1 \cdot 10^{-8} C)$$

12. Gorizontol holatdagi yassi kondensator plastinkalari orasi zaryadlanib simob tomchisi muvozanat holatida turibdi. Elektr maydonning kuchlanganligi $E = 600V/sm$. Tomchi zaryadi $0.8nC$ ga teng. Tomchining zaryadini toping ($r = 4.4 \cdot 10^{-7} m$).

13. $10^8 sm/s$ tezlik bilan qarama-qarshi harakatlanayotgan ikkita elektron bir-biriga qancha masofagacha yaqinlashishi mumkin?
($r = 5.1 \cdot 10^{-10} m$).

14. Cheksizlikdagi $2 \cdot 10^{-8} C$ nuqtaviy zaryadning sirt zichligi $\sigma = 10^{-9} C/sm^2$ bo'lgan, 1sm radiusli shar sirtidan 1sm uzoqlikdagi nuqtaga keltirish uchun qanday ish bajariladi? ($A = 1.13 \cdot 10^{-4} J$).

15. U potentsiallar ayirmasi 1V, 5V, 10V, 100V, 1000V ga teng bo'lgan oraliqdan o'tayotgan elektronning oladigan tezligini toping
($5.93 \cdot 10^5 m/s$, $1.33 \cdot 10^6 m/s$, $1.87 \cdot 10^6 m/s$, $5.93 \cdot 10^6 m/s$, $1.87 \cdot 10^7 m/s$).

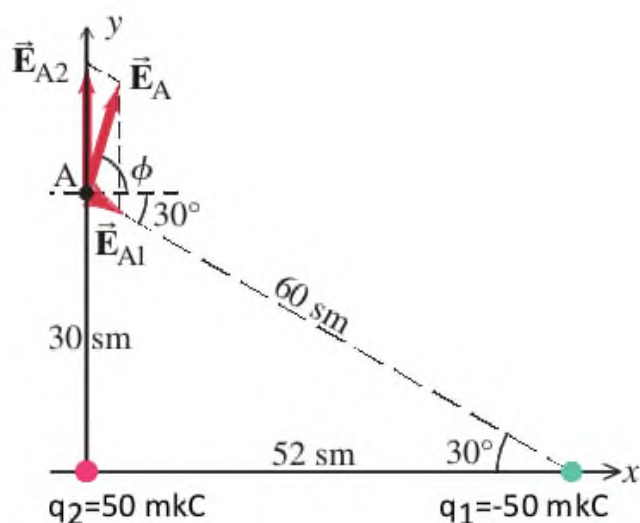
16. Radioaktiv yemirilishda poloniy atomining yadrosidan α -zarracha $1.6 \cdot 10^9 sm/s$ tezlik bilan uchib chiqadi. α -zarrachaning kinetik energiyasi va α -zarrachani xuddi shunday tezlikda haydab chiqarishdagi maydon potentsiallarining ayirmasi topilsin.

$$(W = 8.5 \cdot 10^{-13} J, U = 2.66 \cdot 10^6 V)$$

17. Zaryadlangan cheksiz uzun ipdan $r_1 = 4sm$ oraliqda $q = 2/3 nC$ nuqtaviy zaryad turibdi. Maydon ta'sirida zaryad $r_2 = 2 sm$ oraliqqa siljiydi,

bunda $A = 50 \text{ erg}$ ish bajaradi. Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi topilsin ($\tau = 6 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}$).

18. Musbat zaryadlangan cheksiz uzun ip elektr maydoni hosil qilgan. Shu maydon ta'sirida α -zarracha ipdan $x_1 = 1 \text{ sm}$ uzoqlikdagi nuqtadan $x_2 = 4 \text{ sm}$ uzoqlikdagi nuqtaga qarab harakatlanib o'z tezligini $2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ dan $3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ ga o'zgartirdi. Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi topilsin ($\tau = 3.7 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}$).
19. Zaryadning chiziqli zichligi $2 \cdot 10^{-9} \text{ C/sm}$ bo'lgan musbat zaryadlangan cheksiz uzun ip elektr maydoni hosil qilgan. Maydonning ta'sirida elektron ipga 1 sm naridan 0.5 sm gacha yaqinlashganda qanday tezlikka erishadi? ($g = 2.97 \cdot 10^7 \text{ m/s}$).
20. 1 sm radiusli zaryadlangan shar markazidan 10 sm uzoqlikdagi maydon nuqtasining potentsiali topilsin. Masalani quyidagi hollar uchun yechilsin: 1) shar zaryadining sirt zichligi 10^{-11} C/sm^2 , 2) sharning potentsiali 300 volt ga teng ($U = 11.3 \text{ V}$, $U = 30 \text{ V}$).
21. 1 sm radiusli, $4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ zaryadli shar yog' ichiga joylashtirilgan. Shar sirtidan $x = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ sm}$ uzoqlikdagi maydon nuqtalaridan $U = f(x)$ bog'lanish grafigini chizing.
22. Bir valentli iondan $2 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ uzoqlikdagi elektr maydon kuchlanganligi topilsin. Ionning zaryadi nuqtaviy deb hisoblang ($E = 3.6 \cdot 10^{10} \text{ V/m}$).
23. 7.6-rasmdan foydalanib A niqtadagi natijaviy elektr maydon kuchlanganligini hisoblang ($E_A = 4.5 \cdot 10^6 \text{ V/m}$).



7.6-rasm

§8. Elektr maydon potentsiali. Elektr sig'imi.



- Nuqtaviy zaryad maydonining potentsiali: $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r} = k \frac{q}{\epsilon r}$,

bunda r -potentsiali hisoblanayotgan nuqtadan zaryadgacha bo'lgan masofa,

- Cheksiz tekislik zaryad maydonining potentsiali: $\varphi = \frac{\sigma r}{\epsilon\epsilon_0}$, bu

yerda σ - zaryad sirt zichligi,

- Zaryadlangan silindr zaryad maydoning potentsiali:

$$\varphi = \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 l} \ln \frac{r_2}{r_1},$$

bu yerda r_1 va r_2 lar mos ravishda silindrning ichki va tashqi radiuslari.

- q zaryadni potentsiali φ_1 bo'lgan no'qtadan potentsiali φ_2 bo'lgan no'qtaga ko'chirishda bajarilgan ish:

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$$

bunda $U = \varphi_1 - \varphi_2$ -potentsiallar farqi yoki kuchlanish deyiladi.

- Yakkalangan o'tkazgich zaryadi uning potentsiali bilan quyidagicha bog'langan:

$$q = C\varphi$$

- Yassi kondensatorning elektr sig'imi:

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d},$$

bu yerda S -qoplama yuzi, d -qoplamalar orasidagi masofa.

- Sferik kondensatorning elektr sig'imi:

$$C = \frac{4\pi\epsilon\epsilon_0 rR}{R - r}$$

Agar sferalardan birinchisi cheksizlikda bo'lsa u holda,

$$C = \lim_{R \rightarrow \infty} \frac{4\pi\epsilon\epsilon_0 rR}{R - r} = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \lim_{R \rightarrow \infty} \frac{r}{1 - \frac{r}{R}} = 4\pi\epsilon\epsilon_0 r$$

sharning elektr sig'imi kelib chiqadi, bu yerda r -shar radiusi.

- Silindrik kondensatorning elektr sig'imi:

$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 L}{\ln R/r}, \text{ bu yerda } L\text{-silindr uzunligi.}$$

- Kondensatorlar sistemasi parallel ulanganda, ularning umumiy sig'imi:

$$C = \sum_{i=1}^n C_i$$

- Kondensatorlar sistemasi ketma-ket ulanganda, ularning umumiy sig'imini aniqlash formulasi:

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

- Zaryadlangan yakka o'tkazgichning energiyasi quyidagi uch formuladan bittasi orqali topilishi mumkin:

$$W = \frac{1}{2}qU, W = \frac{1}{2}CU^2, W = \frac{q^2}{2C}$$

- Elektr maydon energiyasi zichligi:

$$W_0 = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2}$$

- Yassi kondensator uchun xususiy holda elektr maydon energiyasi:

$$W = \frac{\sigma^2 Sd}{2\epsilon\epsilon_0}$$

formula yordamida aniqlanadi.

Masala yechish namunalari

1. Yer sharining sig'imini toping. Yer sharining radiusini 6400 km. Yer shariga 1C elektr miqdori berilsa potinsiali qanchaga o'zgaradi?

Berilgan: $R = 6400\text{km}$, $q = 1\text{C}$, $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$

Topish kerak: $C - ?$, $\varphi - ?$

Yechilishi: Sharning elektr sig'imi $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R$ ekanligini bilgan holda

hisoblaymiz va $C = 711 \text{ mF}$ ekanligini topamiz. $\varphi = \frac{q}{C}$ dan $\varphi = 1400 \text{ V}$

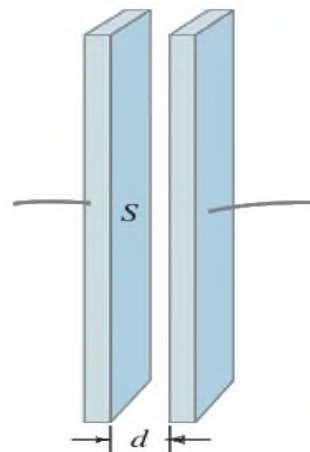
kelib chiqadi. Javobi: 1400V

2. Yassi kondensator plastinkalar orasidagi potenciallar ayirmasi $U = 90\text{V}$ (1-rasm). Har bir plastinkalarning yuzi $S = 60\text{sm}^2$ va zaryadi $q = 10^{-9} \text{ C}$. Plastinkalar orasidagi masofani toping.

Berilgan: $U = 90\text{V}$, $q = 1\text{nC}$, $S = 60\text{sm}^2$

Topish kerak: $d - ?$

Yechilishi: O'tkazgichning elektr zaryadi bilan potentsiali orasidagi bog'lanish formulasidan quyidagini yozamiz $q = \frac{C}{U}$ (1). Ikkinchi tomondan yassi kondensator sig'imi uchun $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ (2), bundan $d = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{C}$ (3). (3) ni (1) ga ta'sir ettirib $d = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S U}{C}$ ekanini aniqlaymiz va hisoblaymiz. Javobi: $d = 477.9 \cdot 10^{-5} m$.



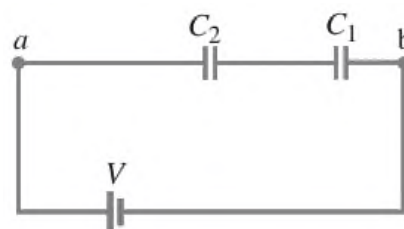
8.1-rasm

3. 2-rasmdagi kondensatorlar sistemasi sig'imini toping. Har bir kondensatorning sig'imi $C = 0.5mkF$

Berilgan: $C_1 = C_2 = C_3 = C = 0.5mkF$,

Topish kerak: $C - ?$

Yechilishi: C_1 va C_2 kondensatorlar o'zaro parallel ulanganligi uchun $C_{12} = C_1 + C_2$ (1). Hosil bo'lgan C_{12} sig'im bilan C_3 sig'imi o'zaro ketma-ket ulangan deyishimiz mumkin va $C_{um} = \frac{C_{12}C_3}{C_{12} + C_3}$ (2) yoki (1) ga



8.2-rasm

ko'ra (2) dan $C_{um} = \frac{(C_1 + C_2)C_3}{C_1 + C_2 + C_3}$ (3). Bundan sistemaning sig'imini hisoblaymiz.

Javobi: $C_{um} = 0.33mkF$.

4. Radiusi 1 m bo'lgan shar $\varphi = 30kV$ potentsialgacha zaryadlangan sharning energiyasini toping.

Berilgan: $R = 1m$, $\varphi = 30kV$, $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F/m$, $\varepsilon = 1$

Topish kerak: $W - ?$

Yechilishi: Zaryadlangan shar energiyasi uchun quyidagini yozamiz:

$W = \frac{C\varphi^2}{2}$ (1). Bundan sharning sig'imi φ uchun $C = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R$ (2). (2) ko'ra

(1) dan $W = \frac{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R\varphi^2}{2} = 2\pi\varepsilon\varepsilon_0 R\varphi^2$ (3). $W = 0.05J$. Javobi: $W = 0.05J$.

5. Plastinkalari orasidagi masofa havo bo'lgan yassi kondensator plastinkalarining yuzasi $S = 0.01m^2$, plastinkalar oralig'i esa $d = 5mm$. Agar razryad vaqtida $4.19mJ$ issiqlik ajralib chiqishi uchun plastinkalar orasiga qancha potentsiallar farqi berish kerak?

Berilgan: $R = 1m$, $\varphi = 30kV$, $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F/m$, $\varepsilon = 1$

Topish kerak: $U - ?$

Yechilishi: Zaryadlangan kondensator energiyasi $w = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 SU^2}{2d}$ (1).

Razryad vaqtida bu energiya issiqlik ajralishga sarflanadi ya'ni $Q = w$ va $Q = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 SU^2}{d}$ (2). Bundan $U = \sqrt{\frac{2dQ}{\varepsilon\varepsilon_0 S}}$ (3). Hisoblasak, $U = 21.7kV$ kelib

chiqadi. Javobi: $U = 21.7kV$.

6. Zaryadi $20/3nC$ bo'lgan zarzaryad maydonida $40/3nC$ zaryadni $40sm$ dan $25sm$ masofagacha yaqinlashtirish uchun qancha ish bajarilishi kerak?

Berilgan: $q_1 = \frac{20}{3} \cdot 10^{-9} C$, $q_2 = \frac{40}{3} \cdot 10^{-9} C$, $r_1 = 40sm$, $r_2 = 25sm$

Topish kerak: $A = ?$

Yechilishi: Zaryadlari q_1 va q_2 ga teng bo'lgan sharchalar r_1 masofada

turganda ular orasidagi o'zaro ta'sir energiyasi $W_1 = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r_1}$ (1), r_2

masofaga

yaqinlashtirsak esa $W_2 = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r_2}$ (2). $A = W_2 - W_1$ bo'lganligi uchun

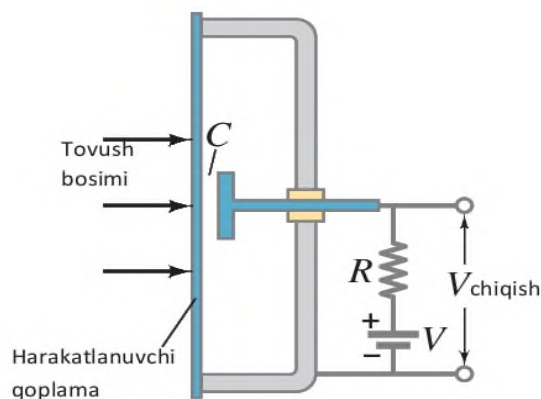
$A = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r_2} - k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r_1} = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$ (3). Natijada: $A = 1.2 \cdot 10^{-6} J$ ekanligi kelib

chiqadi. Javobi: $A = 1.2 \text{ mkJ}$.

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Massasi $1g$ va zaryadi $10^{-8} C$ bo'lgan sharcha potentsiali 600 voltga teng bo'lgan A nuqtadan potentsiali nolga teng nuqtaga ko'chirildi. Agar sharcha B nuqtada 20 sm/s tezlikka erishgan bo'lsa, uning A nuqtadagi tezligi qanday bo'lgan? ($g = 16.7 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$).
2. Bir jinsli elektr maydonida elektron 10^{14} sm/s^2 tezlanish oladi. 1) Elektr maydon kuchlanganligi, 2) boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgandagi elektronning 10^{-6} s da oladigan tezligi, 3) bu vaqt ichida elektr maydon kuchining bajargan ishi hamda 4) bunda elektronning o'tgan potentsiallar ayirmasini toping ($E = 5.7 \text{ V/m}$, $g = 10^6 \text{ m/s}$, $A = 4.5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $U = 2.8 \text{ V}$).
3. 2 sm radiusli sharcha 2000 V potentsialgacha manfiy zaryadlandi. Zaryadlashda sharchaga berilgan zaryadni tashkil qilgan hamma elektronlarning umumiy massasi topilsin ($2.5 \cdot 10^{-20} \text{ kg}$).

4. Har birining zaryadi $10^{-10}C$, radiusi 1 mm bo'lgan sakkista tomchi qo'shilib, bitta katta tomchi hosil qilgan. Katta tomchining potensialini toping ($U = 3600V$).
5. 8.3-rasmdan foydalanib mikrofonning ishlash prinsipini tushintiring.



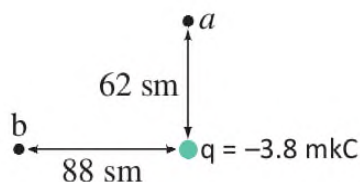
8.3-rasm

7. $792V$ potensialgacha zaryadlangan sharcha zaryadining sirt zichligi $3.33 \cdot 10^{-7} C/m^2$. Sharchaning radiusini toping ($r = 2.1\text{ sm}$).
8. $2.5 \cdot 10^{-4} \text{ mkF}$ sig'imli kondensator yasash uchun 0.05 mm qalinlikdagi paraffin shimdirilgan qog'ozning ikki tomoniga staniol doirachalar yopishtirilgan. Bu doirachalarning diametri topilsin ($D = 3\text{ sm}$).
9. $R_1 = 10\text{ sm}$ va $R_2 = 10.5\text{ sm}$ radiusli ikkita konsentrik sferadan iborat sferik kondensatorning sig'imi topilsin. Sferalar orasidagi bo'shliq yog' bilan to'ldirilgan. Yog'ga joylashtirilgan shar xuddi shunday sig'imga ega bo'lishi uchun uning radiusi qancha bo'lishi kerak?
($C = 1.17 \cdot 10^{-9} F$, $R = 2.1\text{ m}$).
10. $3000V$ potensialgacha zaryadlangan 10 sm radiusli A sharni kuchlanish manbaidan uzib (sig'imi hisobga olinmaydigan) sim bilan oldin uzoqlashtirilgan zaryadsiz B sharga ulandi, so'ngra B shardan uzilgandan so'ng uzoqlashtirilgan zaryadsiz C sharga ulandi. C va B sharlarning radiusi 10 sm . 1) A sharning boshlang'ich energiyasi 2) ulangandan keyin A va B sharlarning energiyasi va ulanishdagi razryad ishi, 3) ulangandan keyin A va C sharlarning energiyasi va ulanishdagi razryad ishini toping
(1) $5 \cdot 10^{-5} J$, 2) $E = 1.25 \cdot 10^{-5} J$, $A = 2.5 \cdot 10^{-5} J$, 3) $E = 31.25 \cdot 10^{-7} J$, $A = 62.5 \cdot 10^{-7} J$).
11. $U_1 = 20V$ potenciallar farqigacha zaryadlangan kondensator $C_2 = 33\text{ mkF}$ sig'imli $U_2 = 4V$ potenciallar farqigacha zaryadlangan boshqa kondensator bilan parallel ulangan. Agar kondensatorlar ulangandan keyin ularning qoplamalaridagi kuchlanish $U = 2V$ bo'lsa,

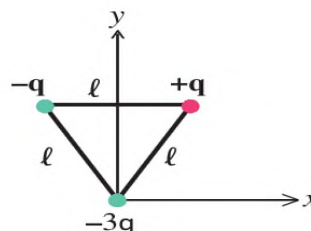
kondensatorlar o'zaro har xil ishorali zaryadlangan qoplamalar bilan ulangan deb olib birinchi kondensator sig'imini toping

($C_1 = 11 \text{ mkF}$ yoki $C_1 = 3 \text{ mkF}$).

12. Yassi kondensator qoplamalari orasi bir xil $d = 0.5 \text{ mm}$ qalinlikdagi shisha ($\varepsilon_1 = 7$), slyuda ($\varepsilon_2 = 6$) va parafinlangan qog'oz ($\varepsilon_3 = 2$) dan iborat dielektriklar bilan to'ldirilgan. Agar kondensator qoplamalarining yuzi $S = 200 \text{ sm}^2$ bo'lsa, kondensatorning elektr sig'imini toping ($C = 437 \text{ pF}$).
13. Yuzi $S = 100 \text{ sm}^2$ bo'lgan yassi kondensator qoplamalari qanday kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi? Ular orasidagi potentsiallar farqi $U = 500 \text{ V}$, masofa esa $d = 3 \text{ mm}$. Qoplamalar orasi vakuum ($F = 1.23 \text{ mN}$).
14. Radiuslari mos ravishda $R_1 = 5 \text{ sm}$, $R_2 = 10 \text{ sm}$, $R_3 = 15 \text{ sm}$ va zaryadlari $q_1 = 200 \text{ nC}$, $q_2 = 300 \text{ nC}$, $q_3 = 500 \text{ nC}$ bo'lgan uchta metal shar ingichka sim bilan ulanganda sharlarda qayta taqsimlangan q_1', q_2', q_3' zaryadlar va potentsialini toping ($q_1' = 1/6 \text{ mkC}$, $q_2' = 1/3 \text{ mkC}$, $q_3' = 1/2 \text{ mkC}$, $\varphi = 30 \text{ kV}$).
15. Zaryadi $q = -3.8 \text{ mkC}$ bo'lgan nuqtaviy zaryaddan 62 sm shimolida a nuqta, 88 sm sharqiy tomonida b nuqta joylashgan (8.4-rasm). Potentsiallar farqi $V_a - V_b$ va kuchlanganliklar farqi $E_a - E_b$ ni aniqlang ($1.6 \cdot 10^4 \text{ V}$, $9.9 \cdot 10^4 \text{ N/C}$, 64°).



8.4-rasm

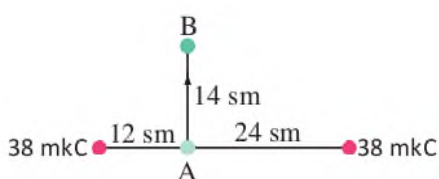


8.5-rasm

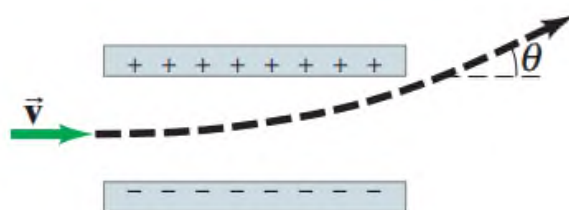
16. Tomonlari uzunligi l bo'lgan muntazam uchburchak uchlariga rasmda ko'rsatilgandek nuqtaviy zaryadlar joylashtirilgan. Uchburchak har bir tomoni o'rtasidagi maydon potentsialini aniqlang (8.5-rasm) ($-6.85kq/l$, $-3.46kq/l$, $-5.15kq/l$).
17. Ikkita bir xil zaryadlar $q_1 = q_2 + 38 \text{ mkC}$ bir-biridan 36 sm masofada joylashgan. Zaryadi $q = -1.5 \text{ mkC}$ bulgan nuqtaviy zaryad rasmdagidek A nuqtadan B nuqtaga ko'chirilsa potentsial energiyasi qanchaga o'zgaradi (8.6-rasm)? (1.8 J).
18. Agar boshlang'ich tezlikka ega bo'lmagan elektron yassi kondensatorda bir plastinkadan ikkinchi plastinkagacha bo'lgan masofani o'tganda $g = 10^9 \text{ sm/s}$ tezlikka erishgan bo'lsa, kondensator qoplamalaridagi zaryadlarning sirt zichligini toping. Kondensator

qoplamalari orasidagi masofa $d = 3\text{sm}$, elektronning massasi $m = 9.1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$, zaryadi $e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{C}$. ($\sigma = 8.4 \cdot 10^{-8}\text{C}/\text{m}^2$)

19. 20mkF sigimli kondensator 100V potensialgacha zaryadlangan. Shu kondensatorning energiyasi topilsin ($W = 0.1\text{J}$).
20. Kerosinga botirilgan sharning potentsiali 4500V va zaryadining sirt zichligi $3.4\text{CGC}_q/\text{sm}^2$. Sharning 1) radiusi, 2) zaryadi, 3) sig'imi, 4) energiyasi topilsin.
(1) $R = 7 \cdot 10^{-3}\text{m}$, 2) $q = 7\text{nC}$, 3) $C = 1.55\text{mkF}$, 4) $W = 1.58 \cdot 10^{-5}\text{J}$).
21. 2sm radiusli zaryadlangan A shar 3sm radiusli B sharga tekkizildi. Keyin sharlarni bir-biridan ajratganda B sharning energiyasi 0.4J ga teng bo'lib qoldi. Tekkizilguncha A sharda qancha zaryad bo'lgan?
($q = 2.7 \cdot 10^{-6}\text{C}$).
22. 2200V potentsiallar farqigacha tezlashtirilgan elektron uzunligi 6.5sm , orasidagi masofa 1.3sm bo'lgan qoplamalar orasidan gorizontaal yunalishda uchib o'tmoqda. Plastinkalar orasidagi potentsiallar farqi 250V . Elektron qoplamalar orasidan qanday burchak ostida uchib chiqishini hisoblang (8.7-rasm) (16°).



8.6-rasm

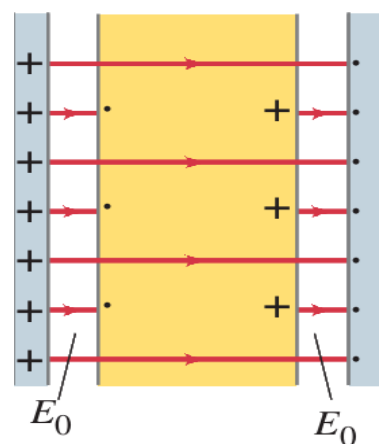


8.7-rasm

23. Fotokamera chaqmog'i $C = 600\text{mkF}$ sig'imli kondensator orqali $U = 330\text{V}$ kuchlanish ostida qancha zaryad yig'adi? Chaqnash davomiyligi $t = 1\text{mks}$ bo'lsa quvvat sarfini hisoblang. ($W = 36\text{J}$, $P = 36\text{kW}$)
24. Har birining yuzi 100sm^2 bo'lgan kondensator plastinkalari potentsiallari ayirmasi 280V . Plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi. 1) Kondensator ichidagi maydon kuchlanganligi, 2) plastinkalar oralig'i, 3) elektronning kondensatorning bir plastinkasidan to ikkinchi plastinkasigacha bo'lgan masofani o'tishidagi olgan tezligi, 4) kondensatorning energiyasi, 5) kondensatorning sig'imi, 6) kondensator plastinkalarining o'zaro tortishish kuchini toping
1) $P = 560\text{V}/\text{sm}$, 2) $d = 5\text{mm}$, 3) $\vartheta = 10^7\text{m}/\text{s}$, 4) $W = 6.95 \cdot 10^{-7}\text{J}$,
5) $C = 1.77 \cdot 10^{-11}\text{F}$, 6) $13.9 \cdot 10^{-5}\text{N}$.

25. Yassi kondensator plastinkalarining yuzi 100sm^2 va ularning oralig'i 5mm . Kondensatorni razryadlaganda $4.19 \cdot 10^{-3}\text{J}$ issiqlik ajralib chiqqan bo'lsa, kondensator plastinkalariga qanday potentsiallar ayirmasi berilganligini aniqlang ($U = 21.7\text{kV}$).
26. Ikkita bir xil zaryadlangan kondensatorlar bir xil qutblari bilan o'zaro tutashirilgan. Kondensator qoplamalarining yuzi s va ularning umumiy zaryadi q ga teng. Kondensator qoplamalari orasidagi masofa birinchi kondensator uchun $d_1 = d_0 + g$, ikkinchi kondensator uchun esa $d_2 = d_0 + g$ qonuniyat bo'yicha o'zgargan bo'lsa zanjirdan o'tuvchi tok kuchini toping ($I = \frac{qg}{2d_0}$).

27. Yassi kondensator dielektrik bilan to'ldirilgan bo'lib, uning plastinkalariga biror potentsiallar ayirmasi berilishi natijasida energiyasi $2 \cdot 10^{-5}\text{J}$ ga teng bo'ladi (8.8-rasm). So'ngra kondensatorni kuchlanish manбайдan uzib qo'yib, dielektrikni kondensator ichidan olib tashlandi. Dielektrikni olib tashlash uchun elektr maydon kuchini yengishda bajarilishi kerak bo'lgan ish $7 \cdot 10^{-5}\text{J}$ ga teng. Dielektrikning dielektrik kirituvchanligi topilsin ($\epsilon = 4.5$).



8.8-rasm

28. Quyidagi hollarda nuqtadagi elektr maydon energiyasining hajm zichligi topilsin: 1) nuqta 1sm radiusli zaryadlangan shar sirtidan 2sm uzoqlikda, 2) cheksiz zaryadlangan tekislik yaqinida va 3) zaryadlangan cheksiz uzun ipdan 2sm uzoqlikda joylashgan. Shar va tekislikdagi zaryadning sirt zichligi $1.67 \cdot 10^{-5}\text{C}/\text{m}^2$ va ipdagi zaryadning chiziqli zichligi $1.67 \cdot 10^{-7}\text{C}/\text{m}$. Uchala hol uchun muhitning dielektrik singdiruvchanligini 2 ga teng deb oling

$$1) W_0 = \frac{\sigma^2 R^2}{2\epsilon\epsilon_0(R+x)^4} = 9.7 \cdot 10^{-2}\text{J}/\text{m}^3, \quad 2) W_0 = \frac{\sigma^2}{8\epsilon\epsilon_0} = 1.97\text{J}/\text{m}^3,$$

$$3) W_0 = \frac{r^2}{8\pi^2\epsilon\epsilon_0 x^2} = 0.05\text{J}/\text{m}^3.$$

§9. Elektr toki



- Baqt birligi ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan oqib o'tuvchi zaryad miqdoriga son jihatdan teng bo'lgan kattalik elektr toki deyiladi:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \text{ yoki } I = \frac{dq}{dt}$$

Agar I o'zgarmas bo'lsa, u holda

$$I = \frac{q}{t}$$

- Elektr tokining zichligi:

$$j = \frac{\Delta q}{\Delta S} \text{ yoki } j = \frac{dI}{dS} \text{ va } j = \frac{I}{S}$$

- Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni

$$U = IR$$

- Om qonunining differensial shakli $j = \sigma E$, bu yerda $\sigma = \frac{1}{\rho}$ - moddaning solishtirma qarshiligi.

- O'tkazgich qarshiligi

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

bunda l - o'tkazgich uzunligi, ρ - solishtirma qarshilik bo'lib, u aynan bir metal uchun o'zgarmas kattalikdir.

- O'tkazgichning solishtirma o'tkazuvchanligi metallarda $\sigma = \frac{1}{\rho}$ ga teng.
- Solishtirma qarshilik va qarshilikning temperaturaga bog'liqligi:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t), \quad R = R_0(1 + \alpha t)$$

bunda ρ_0 - $t = 0^\circ C$ dagi solishtirma qarshilik, R_0 esa $t = 0^\circ C$ dagi qarshilik,

α - qarshilikning temperatura koeffitsiyenti.

- Zanjirning biror qismida I tokning bajargan ishi:

$$A = IUt$$

bunda t -ish bajarish uchun ketgan vaqt.

- Berk zanjir uchun Om qonuni:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Bunda ε - manbaning EYUK i, r -manbaning ichki qarshiligi.

- Manbaning qisqa tutashuv toki:

$$I_q = \frac{\varepsilon}{r}$$

- Zanjirning to'liq quvvati:

$$P = \varepsilon I$$

- Tarmoqlanuvchi zanjir uchun Kirxgofning birinchi qoidasiga ko'ra tugunda uchrashuvchi barcha toklarning algebraik yig'indisi nolga teng:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

- Har qanday yopiq kontur uchun Kirxgofning ikkinchi qoidasiga ko'ra konturdagi barcha toklarning mos holda qarshiliklarga ko'paytmasining algebraik yig'indisi barcha EYUK larning yig'indisiga teng:

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

- Qarshiliklarni o'zaro ketma-ket ulaganda natijaviy qarshilik: $R = \sum_{i=1}^n R_i$.
- Qarshiliklarni o'zaro parallel ulaganda natijaviy qarshilik: $\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$.
- Elektr tokining ishi: $A = IUt = \frac{U^2}{R} t$.
- Elektr tokining quvvati: $P = IU = \frac{U^2}{R}$.
- Joule-Lens qonuni: $Q = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$.

Masala yechish namunalari

1. Tok zichligi $j = 30 \text{ A/m}^2$ bo'lganda birlik hajmdagi mis simdan har sekunda ajralayotgan solishtirma issiqlik miqdori topilsin.

$$\rho = 0.017 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$$

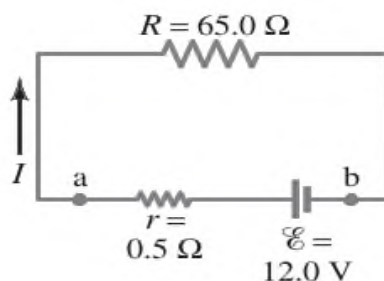
$$\text{Berilgan: } j = 30 \text{ A/m}^2, \rho = 0.017 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$$

$$\text{Topish kerak: } Q_{sol} - ?$$

Yechilishi: Elementar hajmdan vaqt birligi ichida ajralayotgan issiqlik miqdori solishtirma issiqlik miqdori deyiladi va $Q_{sol} = \frac{Q}{Vt}$ (1), to'liq issiqlik miqdori esa $Q = I^2 R t$ (2). (2) formulaga tok zichli-

gining $I = jS$ ifodasini va qarshilikning $R = \rho \frac{l}{S}$ ifodasini qo'ysak, $Q = j^2 S l \rho t$ (3) bo'ladi. Agar $V = Sl$ ekanligini hisobga olsak, (3) dan $Q = j^2 \rho V t$ (4). (4) formulani (1) ga olib borib qo'ysak, $Q_{sol} = \rho j^2$ (5) va bundan Q_{sol} ni hisoblasak, $15.3 \cdot 10^{-6} \frac{J}{sm^3}$ ga teng. Javobi: $Q_{sol} = 15.3 \cdot 10^{-6} \frac{J}{sm^3}$.

2. 9.1-rasmda EYUKi $E = 12.0 V$ va ichki qarshiligi $r = 0.5 \Omega$ bo'lgan o'zgarmas tok manbaiga $R = 65.0 \Omega$ bo'lgan tashqi qarshilik ulangan. a) zanjirdagi tok kuchini, b) zanjirning ab qismidagi kuchlanish tushuvini, c) ichki va tashqi qarshiliklardagi quvvatlarni aniqlang.



9.1-rasm

Berilgan: $\varepsilon = 12.0 V$, $R = 65.0 \Omega$, $r = 0.5 \Omega$

Topish kerak: $I - ?$, $U_{ab} - ?$, $P_R - ?$, $P_r - ?$

Yechilishi: Zanjirning ab qismidagi kuchlanish $U_{ab} = IR = \varepsilon - Ir$. Berk zanjir uchun Om qonuniga ko'ra $I = \frac{\varepsilon}{R + r} = 0.183 A$. Bunga ko'ra, $U_{ab} = 11.9 V$ kelib chiqadi. Ichki va tashqi qarshiliklardagi quvvatlar quyidagicha hisoblanadi: $P_R = I^2 R = 2.18 W$, $P_r = 0.02 W$.

Javobi: $I = 0.183 A$, $U_{ab} = 11.9 V$, $P_R = 2.18 W$, $P_r = 0.02 W$.

3. Uzunligi 500 m va diametri 2 mm bo'lgan mis simdan o'tayotgan tokning kuchi 2 A ga teng bo'lsa undagi kuchlanish topilsin.

$$\rho = 0.017 \Omega \cdot mm^2 / m.$$

Berilgan: $l = 500 m$, $d = 2 mm = 2 \cdot 10^{-3} m$, $I = 2 A$

Topish kerak: $U - ?$

Yechilishi: Uzunligi l ga teng bo'lgan mis simdan o'tayotgan tok Om qonuniga ko'ra $I = \frac{U}{R}$ (1), mis simning qarshiligi esa $R = \rho \frac{l}{S}$ (2), bunda ρ - mis simning qarshiligi, S esa ko'ndalang kesimining yuzasi bo'lib $S = \frac{\pi d^2}{4}$ (3) ga teng. (3) ga ko'ra (2) dan $R = \rho \frac{4l}{\pi d^2}$ (4) va bu formulani (1)

ga olib borib qo'ysak $U = IR = \frac{4I\rho l}{\pi d^2}$ (5). (5) ifoda hisoblansa $5.4V$ kelib chiqadi. Javobi: $U = 5.4V$.

4. Quvvati $40W$ bo'lgan $120V$ li lampochka berilgan. Lampochka $220V$ kuchlanishli tarmoqqa normal yonishi uchun unga ketma-ket qanday qo'shimcha qarshilik ulanishishi kerak? Shunday qarshilikni yasash uchun diametri $0.3mm$ bo'lgan nixrom simdan necha metr olish kerak?

Nixrom uchun $\rho = 1 \Omega m \cdot m^2 / m$.

Berilgan: $P_l = 40W$, $U_l = 120V$, $U_t = 220V$, $d = 0.3mm$

Topish kerak: $R_q - ?$

U_t -tarmoq kuchlanishi, U_q -qo'shimcha ulangan qarshilikdagi potesial tushuvi, P_l -lampochka quvvai, U_l -lampochka ulangandagi potesial tushuvi, R_q -ketma-ket ulangan qo'shimcha qarshilik.

Yechilishi: Qo'shimcha qarshilik ketma-ket ulanganligi uchun tok kuchi hamma qismlarda bir xil bo'ladi, kuchlanish esa $U_t = U_l + U_q$ bo'lgani uchun $U_q = U_t - U_l = 100V$. Lampochka quvvati uchun $P_l = U_l I$, bundan tarmoqdagi tok kuchini topamiz: $I = \frac{P_l}{U_l} = 0.33A$. Tarmoqdagi tok kuchi

ma'lum bo'lgach qo'shimcha ulanishi kerak bo'lgan qarshilikni topish qiyin emas. Om qonuniga ko'ra $R_q = \frac{U_q}{I} = 300\Omega$. Ushbu 300Ω qarshilikni hosil qilish uchun kerak bo'ladigan nixrom simning uzunligi esa $R_q = \rho_n \frac{l}{S}$ formuladan quyidagicha hisoblab topishimiz mumkin:

$l = \frac{R_q S}{\rho_n} = \frac{R_q \pi d^2}{4\rho_n}$, nixromning solishtirma qarshiligi $\rho_n = 10^{-6} \Omega \cdot m$ ni qo'yib

$l = 21.2m$ ni topamiz. Javobi: $R_q = 300\Omega$ $l = 21.2m$.

5. Mis simli g'altak chulg'aming qarshiligi $14^\circ C$ da 10Ω ga teng. Tokka ulagandan keyin chulg'aming qarshiligi $12,2\Omega$ ga teng bo'lib qoladi. Chulg'am qancha temperaturagacha qiziydi? Mis qarshiligining temperatura koeffitsienti $6 \cdot 10^{-3} grad^{-1}$ ga teng.

Berilgan: $t_1 = 14^\circ C$, $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 12,2\Omega$, $\alpha = 4.15 \cdot 10^{-3} grad^{-1}$

Topish kerak: $t_2 - ?$

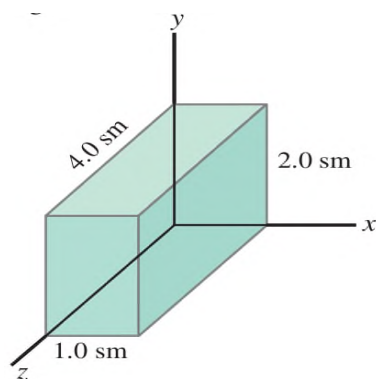
Yechilishi: Mis simli g'altakning t_1 temperaturadagi qarshiligi $R_1 = R_0(1 + \alpha t_1)$ (1), t_2 temperaturada esa $R_2 = R_0(1 + \alpha t_2)$ (2), bunda R_0 $t = 0^\circ C$ dagi qarshilik. (2) ni (1) ga bo'lsak, $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1}$ (3), (3) dan t_2 ni topamiz

$t_2 = (R_2 / R_1)((1 + \alpha t_1) - 1) / \alpha$ (4). Masala shartidagi kattaliklarni (5) ga qo'ysak $t_2 = 70^\circ C$ kelib chiqadi.

Javobi: $t_2 = 70^\circ C$.

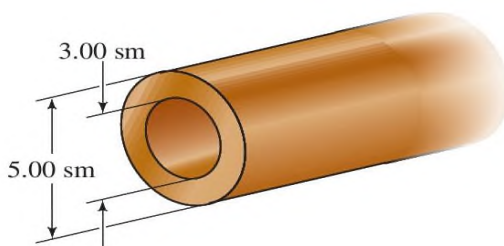
Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Tok kuchi I vaqt t ga qarab $I = 4 + 2t$ tenglama buyicha o'zgaradi, bunda I amperlarda va t sekundlarda ifodalangan. 1) Utkazgihning ko'ndalang kesimidan $t_1 = 2s$ dan $t_2 = 6s$ gacha vaqt oralig'ida o'tadigan elektr miqdori va 2) shu vaqt oralig'ida o'tkazgich ko'ndalang kesimidan shuncha elektr miqdori o'tishi uchun o'zgarmas tokning kuchi qancha bo'lishi kerakligini aniqlang ($1) q = 48C, 2) I = 12A$).
2. Qarshiligi $R = 40 \Omega$ bo'lgan pech yasash uchun, radiusi 2,3 sm li chinni silindrga diametri $d = 1mm$ li nixrom simdan necha qavat o'rash kerak? ($N = 200$ ta o'ram).
3. Elektr lampochkasi volfram ipining qarshiligi $20^\circ C$ da $35,8 \Omega$ ga teng, $120V$ kuchlashli elektr tarmog'iga ulangan lampochka tolasidan $0,33A$ tok o'tsa, uning temperaturasi qancha bo'ladi? Volfram qarshiligining temperatura koeffisienti $4,6 \cdot 10^{-3} grad^{-1}$ ga teng ($t_2 = \frac{R_2 - R_0}{R_0 \alpha} = 2200^\circ C$).
4. Platina simning $t_1 = 20^\circ C$ haroratdagi qarshiligi $R_1 = 20 \Omega$, $t_2 = 500^\circ C$ dagi qarshiligi esa $R_2 = 59 \Omega$. Platina qarshiligining harorat koeffisientini toping ($\alpha = 4,2 \cdot 10^{-3} grad^{-1}$).
5. Elementni oldin $R_1 = 2 \Omega$ li tashqi qarshilikka so'ngra $R_2 = 0,5 \Omega$ li tashqi qarshilikka ulandi. Bu hollarning har birida tashqi zanjirda olinadigan quvvat bir xil va $2,54W$ ga teng bo'lsa, elementning $EYUK$ i va uning ichki qarshiligini toping. ($\varepsilon = 4V, r = 1 \Omega$)
6. Uglerod birikmali qattiq moddadan yasalgan qirralari uzunliklari $1,0sm, 2,0sm$ va $4,0sm$ bo'lib rasmda ko'rsatilgandek koordinata o'qlari o'tkazilgan (9.2-rasm). a) x o'qi bo'yicha, b) y o'qi bo'yicha, c) z o'qi bo'yicha qarshiliklarni hisoblang. Materialning solishtirma qarshiligini $\rho = 3 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot m$ deb oling ($3,8 \cdot 10^{-4} \Omega, 1,5 \cdot 10^{-3} \Omega, 6,0 \cdot 10^{-3} \Omega$).



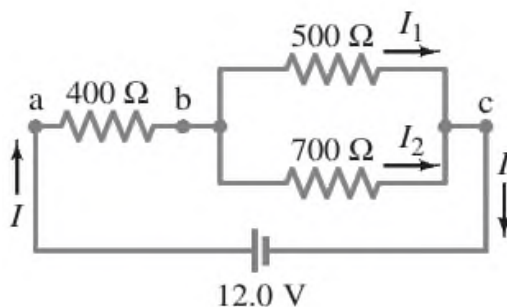
9.2-rasm

7. Misdan yasalgan ichki diametri 3.0sm va tashqi diametri 5.0sm bo'lgan 10.0m uzunlikdagi trubkaning qarshiligini hisoblang (9.3-rasm). ($1.7 \cdot 10^6 \Omega$).



9.3-rasm

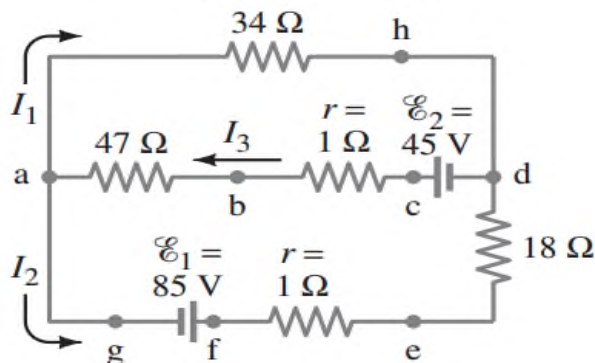
8. Elektr yurituvchi kuchi $1,1\text{v}$, ichki qarshiligi 1Ω bo'lgan element 9Ω li tashqi qarshilikka ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchi, 2) tashqi zanjirdagi potensialning tushishi, 3) elementning ichidagi potensialning tushishi, 4) element qanday foydali ish ko'effitsienti bilan ishlashini toping (1) $I = 0.11\text{A}$, 2) $U_1 = 0.99\text{V}$, 3) $U_2 = 0.11\text{V}$, 4) $\eta = 0.9$).
9. Elektr yurituvchi kuchi 2V bo'lgan elementning ichki qarshiligi 0.5Ω . Zanjirdagi tok kuchi 0.25A bo'lganda element ichidagi potensialning tushishi va zanjirning tashqi qarshiligini toping ($U = 0.125\text{V}$, $R = 7.5\Omega$).
10. 9.4-rasmdan foydalanib zanjirdagi tok kuchi I ni aniqlang ($I = 41\text{mA}$).



9.4-rasm

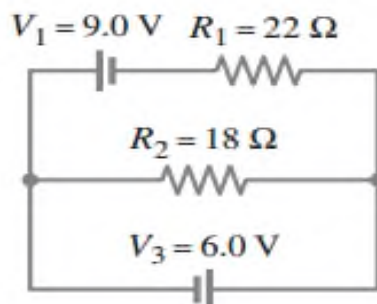
11. $EYUK = 6\text{V}$ bo'lgan element maksimal 3A tok beradi. Tashqi qarshilikda 1min da ajralib chiqqan eng ko'p issiqlik miqdori topilsin. ($Q = 1.08\text{kJ}$).

12.9.5-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjiridan foydalanib a va b nuqtalar orasidagi potentsiallar farqini va har bir batareyadagi kuchlanish tushuvini aniqlang. ($34V, 85V$ batareya– $82V$; $45V$ batareya– $43V$)



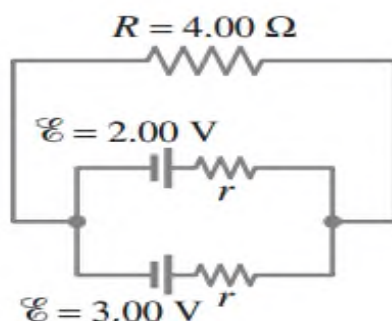
9.5-rasm

13. Elementni oldin $R_1 = 2\Omega$ li tashqi qarshilikka so'ngra $R_2 = 0.5\Omega$ li tashqi qarshilikka ulandi. Bu hollarning har birida tashqi zanjirda olinadigan quvvat bir xil va $2.54W$ ga teng bo'lsa, elementning EYUK i va uning ichki qarshiligini toping ($E = 4V, r = 1\Omega$).
14. 9.6-rasmda ko'rsarilgan zanjirda R_1 va R_2 qarshiliklar orqali o'tuvchi tok kuchi va tok yunalishlarini aniqlang ($0.68A; 0.33A$).



9.6-rasm

15. EYUK lari $E_1 = 2.0V$ va $E_2 = 3.0V$ ichki qarshiliklari $r_1 = r_2 = 0.35\Omega$ bo'lgan tok manbalariga tashqi $R = 4.0\Omega$ qarshilik 9.7-rasmda ko'rsatilgandek ulangan bo'lsa tashqi qarshilikda qanday kuchlanish hosil bo'lishini aniqlang.



9.7- rasm

§10. Turli muhitlarda elektr toki



- Faradeyning birinchi qonuni bo'yicha elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasi:

$$m = kIt = kq$$

k- moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti, q - elektrolitdan o'tgan zaryad miqdori.

- Faradeyning ikkinchi qonuni bo'yicha elektroximiyaviy ekvivalent kimyoviy ekvivalentga proporsionaldir:

$$k = \frac{1}{F} \frac{M}{n}$$

bu yerda F-Faradey doimiysi bo'lib uning qiymati: $F = 96500 \frac{C}{mol}$,

n -valentlik, M-molyar massa.

- Faradey qonunining umumiy ko'rinishi: $m = \frac{1}{F} \frac{M}{n} \cdot It$.
- Gazlarda oqayotgan zichligi uncha katta bo'lmagan tok zichligi uchun Om qonuni

$$j = qn(u_+ + u_-)E = \sigma E,$$

bunda $\sigma = qn(u_+ + u_-)$ -gazlarning solishtirma o'tkazuvchanligi n-juft ((bitta)+,(bitta)-) ionlarning hajm birligidagi soni-konsentratsiyasi, u_+ va u_- ionlarning harakatchanligi.

Masala yechish namunalari

1. Mis kuporosini elektroliz qilinganda bir soatda 0.5g mis ajraladi, har bir elektrodning yuzi $75cm^2$ bo'lsa tok zichligini toping.

Berilgan: $m = 0.5g = 5 \cdot 10^{-4} kg$, $S = 75cm^2 = 75 \cdot 10^{-4} m^2$, $t = 1 soat = 3600s$

Topish kerak: $j - ?$

Yechilishi: Dastlab misning elektrokimyoviy ekvivalentini topamiz.

Buning uchun misning molyar massasi $M = 64 \cdot 10^{-7} kg/mol$ va

valentligini $n = 2$ ekanligini inobatga olib $F = 96485 \frac{C}{mol}$ ekanini bilgan holda Faradeyning ikkinchi qonunidan $k = \frac{1}{F} \frac{M}{n} = 0.33 \cdot 10^{-6} \frac{kg}{C}$ (1), tok zichligi $j = \frac{I}{S}$ (2), Faradeyning birinchi qonuni $m = kIt$ (3). Bundan $j = \frac{m}{ktS}$ (4) kelib chiqadi, hisoblasak, $j = 56 A/m^2$. Javobi: $j = 56 A/m^2$.

2. Elektroliz qilinganda $AgNO_3$ eritmasidan 500mg kumush ajralishi uchun qancha elektr energiya sarflanishi kerak? Elektroddagi potentsiallar ayirmasi 4V ga teng.

Berilgan: $m = 500mg, = 0.5 \cdot 10^{-3} kg$, $F = 96485 \frac{C}{mol}$, $U = 4V$

Topish kerak: $W - ?$

Yechilishi: Kumush uchun $M = 0.11 kg/mol$ va $n = 1$. Ma'lumki $W = qU$ (1), Faradeyning birinchi qonuniga ko'ra $m = kq$ (2), (2) dan zaryad q ni topib (1) ga qo'ysak $W = \frac{mU}{k}$ (3) ni hisoblasak, $W = 1.8kJ$ bo'ladi.

Javobi: $W = 1.8kJ$.

3. Razryad trubkasining 10sm oraliqdagi elektrodlariga 5V potentsiallar ayirmasi berilgan. Trubka ichidagi gaz ionlashib, unda $1m^3$ hajmdagi juft ionlar soni 10^8 ga teng. Ionlar harakatchanligi $u_+ = 3 \cdot 10^{-2} m^2/V \cdot s$ va $u_- = 3 \cdot 10^2 m^2/V \cdot s$. 1) Trubkadagi tok zichligi va 2) musbat ionlar orqali to'la tokning qancha qismi o'tishini toping.

Berilgan:

$U = 5V$, $d = 10sm = 0.1m$, $n = 10^8 m^{-3}$, $u_+ = 3 \cdot 10^{-2} m^2/V \cdot s$, $u_- = 3 \cdot 10^2 m^2/V \cdot s$

Topish kerak: $j - ?$, $\frac{j^+}{j} - ?$

Yechilishi: Gazlardagi zichligi uncha katta bo'lmagan toklar uchun tok zichligi Ohm qonuniga ko'ra $j = qn(u_+ + u_-)E$ (1). Masala shartiga ko'ra $q = e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$, $E = \frac{U}{d}$ ekanligidan $j = en \frac{(u_+ + u_-)U}{d}$ (2). (2) dan hisoblansa $j = 0.24 \cdot 10^{-6} A/m^2$. Masalaning ikkinchi shartini quyidagicha aniqlaymiz: musbat ionlar zichligi uchun $j^+ = \frac{enu^+U}{d}$, ushbu ifodaga

ko'ra $\frac{j^+}{j} = \frac{\frac{enu^+U}{d}}{0.24 \cdot 10^{-6}} = \frac{enu^+U}{0.24 \cdot 10^{-6} d} = 10^{-4}$. Javobi: $j = 0.24 \cdot 10^{-6} A/m^2$, $\frac{j^+}{j} = 10^{-4}$.

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Mis xlorning suvdagi eritmasi ($CuCl_2$) ni elektroliz qilishda qancha vaqtdan keyin katodda 4.74g mis ajraladi? Tok kuchi 2A ga teng. (2soatda).
2. Vodorodning elektrokimyoviy ekvivalenti topilsin ($k = 1.04 \cdot 10^{-8} \text{ kg} / C$).
3. Al_2O_3 eritmasidan elektroliz usuli bilan alyuminiy olishda eritilgan kriolitdan, elektrolitlardagi potentsiallar ayirmasi 5V bo'lganda, $2 \cdot 10^4 A$ tok o'tgan. 1) 10^3 kg alyuminiy ajralishi uchun ketgan vaqt, 2) bunga qancha elektr energiyasi sarflanganligi topilsin.
(1) 149soat, 2) $1.49 \cdot 10^4 \text{ kW} \cdot \text{soat}$)
4. Xlor kislotasini elektroliz qilishda katodda $m_1 = 1.14 \text{ g}$ vodorod ajralib chiqqan vaqt ichida anodda ajralib chiqadigan xlorning massasini toping. Vodorodning elektrokimyoviy ekvivalenti $k_1 = 1.045 \cdot 10^{-8} \text{ kg} / C$, xlorniki esa $k_2 = 36.7 \cdot 10^{-8} \text{ kg} / C$ ($m_2 = 40 \text{ g}$).
5. Yuzi 25 sm^2 bo'lgan mis plastinka mis kuporosini elektroliz qilishda katodlik vazifasini bajaradi. Bir oz vaqt zichligi $0.02 \text{ A} / \text{sm}^2$ bo'lgan tok o'tkazilgandan so'ng, plastinka massasi 99mg ga ortadi. 1) Tokning qancha vaqt o'tganligi va 2) plastinkada hosil bo'lgan mis qatlamining qalinligini toping. (1) 10 min, 2) $4.6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$).
6. Buyumga kumush qoplashda $j = 0.7 \text{ A} / \text{dm}^2$ zichlikli tokdan foydalaniladi. Buyum sirtida $h = 54 \text{ mkm}$ qalinlikdagi kumush qatlami hosil bo'lishi uchun elektrolitdan tokning o'tishi kerak bo'lgan vaqtni toping ($t = 2 \text{ soat}$).
7. Uzunligi 3sm va ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2 bo'lgan naycha 1 m^3 dagi tarkibda 0.1 kmol $CuSO_4$ bo'lgan eritma bilan to'ldirilgan. Eritma qarshiligi 38Ω . Eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi topilsin (92%).
8. $AgNO_3$ eritmasi solingan elektrolitik vannaga ketma-ket ulangan ampermetr 0.9A ni ko'rsatib turibdi. 5 minut tok o'tgandan so'ng 316mg kumush ajralib chiqqan bo'lsa, ampermetrning ko'rsatishi to'g'rimi? (Ampermetr 0.04A dan kam tok kuchini ko'rsatadi).
9. $AgNO_3$ va $CuSO_4$ eritmasi solingan ikkita elektrolitik vanna o'zaro ketma-ket ulangan. 180mg kumush ajratishga ketgan vaqt ichida qancha mis ajraladi? (53mg).
10. Suvni elektroliz qilib $t = 27^\circ C$ haroratli va normal atmosfera bosimi bo'lganda $V = 5 \text{ l}$ kislogodolish uchun vannaga ulangan akammulyator kamida qanday sig'imga ega bo'lishi kerak? Normal sharoitdagi

kislorodning zichligi $\rho = 1.43 \text{ kg/m}^3$, elektrokimyoviy ekvivalentini esa $k = 8.29 \cdot 10^{-8} \text{ kg/C}$ ($21.8 \text{ A} \cdot \text{soat}$).

11. Alyuminiy uch oksidi (Al_2O_3) eritmasidan elektroliz usuli bilan alyuminiy olishda elektrodlardagi potentsiallar ayirmasi $U = 5 \text{ V}$ bo'lganda, $I = 2 \text{ kA}$ tok o'tgan bo'lsa, $m = 10^3 \text{ kg}$ alyuminiy olish ichun ketgan vaqt t ni va sarf bo'lgan elektr energiyasi W ni toping.
(149 soat , $14.9 \text{ MW} \cdot \text{soat}$)
12. Mis sulfat (CuSO_4) eritmasi solingan elektrolitik vannada $t = 40 \text{ min}$ davomida $m = 1.98 \text{ g}$ mis ajralgan. Agar eritmaning qarshiligi $R = 1.3 \Omega$, batareyaning ichki qarshiligi $r = 0.3 \Omega$, qutblanish EYUKi $E_q = 1 \text{ V}$ bo'lsa, vannani tok bilan ta'minlash uchun zarur bo'lgan batareyaning EYUKini toping ($E = 5 \text{ V}$).
13. Rux sulfat (ZnSO_4) eritmasi elektroliz qilinganda katoddan $t = 50 \text{ min}$ davomida $m = 2.04 \text{ g}$ rux ajralgan. Agar elektrolitik vanna qisqichlarida kuchlanish $U = 4.2 \text{ V}$. Eritmaning qarshiligi $R = 1.8 \Omega$ bo'lsa, qutblanish EYUKini toping ($E_q = 0.6 \text{ V}$).
14. Kumush nitrat (AgNO_3) va mis sulfat (CuSO_4) eritmasi solingan ikkita elektrolitik vanna o'zaro ketma-ket ulangan. $m_1 = 180 \text{ mg}$ kumush ajralishiga ketgan vaqt ichida ajralgan misning massasini toping.
($m_2 = 53 \text{ mg}$).
15. Kumush nitrat (AgNO_3) eritmasini $t = 1 \text{ soat}$ davomida elektroliz qilganda 9.4 g kumush ajraldi. Agar vanna qisqichlaridagi kuchlanish $U = 1.5 \Omega$ bo'lsa, qutblanish EYUKini toping ($E_q = 0.7 \text{ V}$).
16. Agar elektroliz vaqtida $W = 5 \text{ kW} \cdot \text{soat}$ elektr energiyasi sarflangan bo'lsa, ajralgan misning massasini toping. Vanna qisqichlaridagi kuchlanish $U = 10 \text{ V}$ bo'lib, qurilmaning FIK $\eta = 75\%$. Misning elektrokimyoviy ekvivalenti $k = 3.3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$ ($m = 0.45 \text{ kg}$).
17. FIK $\eta = 80\%$ bo'lgan qurilmada elektroliz $U = 10 \text{ V}$ kuchlanish ostida olib borilayotgan bo'lsa, $m = 1 \text{ kg}$ alyuminiy olish uchun qancha elektr energiyasi sarflanadi? Alyuminiyning valentligi 3 ga teng deb oling.
($W = 134 \text{ J}$).
18. Uzunligi 84 sm va ko'ndalang kesimining yuzi 5 mm^2 bo'lgan naycha 0.1 N konsentratsiyali AgNO_3 eritmasi bilan to'ldirilgan. Agar AgNO_3 hamma molekulasing 81 foizi dissosiasiyalansa, eritmaning qarshiligi topilsin ($R = 5.2 \cdot 10^5 \Omega$).

19. Uzunligi 84 sm va ko'ndalang kesimining yuzi 5 mm^2 bo'lgan trubka, har bir sm^3 muvozanat holda 10^7 juft ionli ionlashtirilgan havo bilan to'ldirilgan. Ionlarning harakatchanligi $u_+ = 1.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$ va $u_- = 1.8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$ bo'lgandagi trubkaning qarshiligini toping. Ionlarni bir valentli deb hisoblang ($R = 3.4 \cdot 10^{14} \Omega$).
20. Elektron eng kam qanday tezlik bilan harakatlanganda vodorod atomini ionlashtira oladi. Vodorod atomining ionizatsiya potentsiali 13.5 V ($\mathcal{G} = 2.2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$).

§11. Magnit maydon



- Parallel toklarning o'zaro ta'sir kuchi o'tkazgichlardan o'tayotgan toklarning kuchlari I_1, I_2 ga, o'tkazgichning uzunligi l ga to'g'ri proporsional bo'lib, ular orasidagi masofa r ga teskari proporsionaldir, ya'ni:

$$F = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2 l}{r}$$

- Konturning magnit momenti konturdan o'tayotgan tok kuchi va kontur yuzasi ko'paytmasiga teng.

$$p_m = IS \text{ yoki } \vec{p}_m = I \cdot S \cdot \vec{n}$$

- Induksiyasi B bo'lgan magnit maydonida joylashgan tokli yopiq konturga ta'sir qiluvchi juft kuchning aylantiruvchi momenti quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$M = p_m B \sin \alpha \text{ yoki } M = [\vec{p}_m \cdot \vec{B}]$$

α - ramka tekisligiga o'tkazilgan normal bilan magnit induksiyasi orasidagi burchak.

- Bio-Savar-Laplas qonuniga ko'ra I tok o'tayotgan kontur elementi dl ning undan r masofada turgan biror A nuqtada hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi quyidagicha:

$$dH = \frac{I \sin \alpha dl}{4\pi r^2},$$

- Magnit maydon induksiyasi: $d\vec{B} = \mu\mu_0 \frac{I \sin \alpha \cdot dl}{4\pi r^2},$

bunda α - radius vektor bilan kontur elementi dl orasidagi burchak.

Turli ko'rinishdagi tokli konturlar uchun Bio-Savar-Laplas qonunini qo'llash orqali quyidagi natijalarni olish mumkin:

1. Aylanma shakldagi tokli kontur markazidagi hosil bo'lgan magnit maydon kuchlanganligi:

$$H = \frac{I}{2R}, \text{ magnit maydon induksiyasi: } B = \mu\mu_0 \frac{I}{2R}.$$

2. Cheksiz uzun to'g'ri chiziqli o'tkazgichning undan a masofada hosil bo'lgan magnit maydon kuchlanganligi:

$$H = \frac{I}{2\pi a}, \text{ magnit maydon induksiyasi: } B = \mu\mu_0 \frac{I}{2\pi a}.$$

3. Cheksiz uzun solenoid va toroidning hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi:

$$H = In, \text{ magnit maydon induksiyasi } B = \mu\mu_0 In.$$

bu yerda n solenoidning uzunlik birligidagi o'ramlar soni.

4. Aylanma shakldagi tokning markazidan aylana tekisligiga tik o'tgan o'qda biror a masofada hosil bo'lgan magnit maydon kuchlanganligi

$$H = \frac{R^2 I}{2\sqrt{(R^2 + a^2)^3}}, \text{ magnit maydon induksiyasi } B = \mu\mu_0 \frac{R^2 I}{2\sqrt{(R^2 + a^2)^3}}$$

• Magnit maydon induksiyasi va magnit maydon kuchlanganligi quyidagicha bog'langan:

$$B = \mu\mu_0 H$$

• Berilgan sirt orqali o'tayotgan magnit maydon induksiya oqimi Φ magnit maydon induksiyasi B ning yuza S hamda sirtga o'tkazilgan normal bilan magnit induksiyasi vektori orasidagi burchak kosinusining ko'paytmasiga teng:

$$\Phi = BS \cos\alpha \text{ yoki } \Phi = BS_n = B_n S$$

• Bir jinsli magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi Amper kuchi F_A o'tkazgichdan o'tayotgan tokning kuchi I ga, o'tkazgich uzunligi l ga, magnit induksiyasi B ga va o'tkazgich bilan magnit induksiyasi chiziqlari orasidagi burchak sinusiga to'g'ri proporsional:

$$F_A = BIl \sin\alpha$$

• Bir jinsli magnit maydonda harakatlanayotgan zaryadlangan zarrachaga ta'sir qiluvchi Lorens kuchi F_L zarraning zaryadi q ga, tezligi g ga, induksiyasi B ga va tezlik bilan magnit induksiyasi chiziqlari orasidagi burchak sinusiga to'g'ri proporsional:

$$F_L = Bgq \sin\alpha$$

• Bir jinsli ($B = const$) magnit maydon energiyasi

$$W_m = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} V = \frac{HB}{2} V = \frac{1}{2} \mu\mu_0 H^2$$

bunda V - magnit maydon egallagan fazoning hajmi.

- Birlik hajmga to'g'ri keluvchi magnit maydon energiyasi – magnit maydon energiyasining hajmiy zichligi deyiladi va u quyidagiga teng:

$$\frac{W_m}{V} = W_0 = \frac{B}{2\mu\mu_0} = \frac{HB}{2}$$

- Elektromagnit maydon uchun to'liq energiya elektr maydon energiyasi bilan magnit maydon energiyasi yig'indisiga teng:

$$W = W_e + W_m$$

Masala yechish namunalari

1. Induksiyasi 0.05 Tl bo'lgan magnit maydonda uzunligi 1 m bo'lgan sterjen aylanmoqda. Aylanish o'qi sterjenning bir uchidan o'tgan bo'lib, u magnit maydonning kuch chiziqlariga parallel. Sterjenning har bir aylanishida u bilan kesishuvchi magnit oqimining o'zgarishi topilsin.

Berilgan: $B = 0.05 \text{ Tl}$, $l = 1 \text{ m}$

Topish kerak: $\Phi - ?$

Yechilishi: Masala shartiga ko'ra magnit maydon induksiyasi B yoki magnit maydon kuchlanganligi H - S ga perpendikulyar bo'lganligidan: $\Phi = BS$ (1). Sterjen aylanishidan hosil bo'lgan sirt $S = \pi l^2$ (2). $B = \mu\mu_0 H$ ekanligini hisobga olib $\Phi = \mu\mu_0 H \pi l^2$ (3) formulani hosil qilamiz va hisoblansa $\Phi = 157 \text{ mWb}$ kelib chiqadi. Javobi: $\Phi = 157 \text{ mWb}$.

2. Elektromagnit qutblari orasida induksiyasi 0.1 Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydoni hosil bo'ladi. Maydon kuch chiziqlariga tik o'rnatilgan 70 sm uzunlikdagi simdan 70 A tok o'tganda simga ta'sir qiluvchi kuch topilsin.

Berilgan: $B = 0.1 \text{ Tl}$, $l = 0.7 \text{ m}$, $I = 70 \text{ A}$

Topish kerak: $F - ?$

Yechilishi: Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi Amper kuchi $F_A = BIl \sin \alpha$ (1), bunda α o'tkazgich uzunligi l bilan magnit induksiyasi B orasidagi burchak bo'lib u 90° ga teng ekanligidan $\sin \alpha = 1$ ga teng va $F_A = IBl$ (2). Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz va javobi: $F_A = 5 \text{ N}$.

3. Bir xil tezlik bilan harakatlangan proton va elektron bir jinsli magnit maydonga uchib kiradi. Proton trayektoriyasining egrilik radiusi R_1 elektron trayektoriyasi radiusi R_2 dan qancha katta bo'ladi?

Berilgan: $\mathcal{G}_1 = \mathcal{G}_2$

Topish kerak: $\frac{R_1}{R_2} - ?$

Yechilishi: Magnit maydoni tomonidan elektron va protonga Lorens kuchi ta'sir qiladi: $F_1 = F_2 = qB\mathcal{G}$ (1) chunki bir jinsli ($B = const$) magnit maydonda elektron va proton bir xil tezlikda harakatlanganligi uchun ya'ni $\mathcal{G}_1 = v_2$ bo'lganligi uchun $F_1 = F_2$ kelib chiqadi, o'z navbatida zarralar quyidagi bir xil tezlanish bilan harakatlanadi $a = \frac{F}{m} = \frac{qB\mathcal{G}}{m}$ (2).

Agar $a = \frac{\mathcal{G}^2}{R}$ ekanligini inobatga olsak $\frac{qB\mathcal{G}}{m} = \frac{\mathcal{G}^2}{R}$ kelib chiqadi

bundan $R_2 = \frac{m_e \mathcal{G}}{q_e B}$ -elektron uchun, $R_1 = \frac{m_p \mathcal{G}}{q_p B}$, ikalasini nisbatidan

hisonlasak, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_p}{m_e} = 1840$. Javobi: 1840 marta.

4. O'zaksiz solenoiddagi magnit induksiyasining oqimi $5 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$. Solenoid uzunligi 25 sm bo'lganda, shu solenoidning magnit momenti topilsin.

Berilgan: $\Phi = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$, $l = 25 \text{ sm} = 0.25 \text{ m}$

Topish kerak: $P_m - ?$

Yechilishi: Konturning magnit momenti $P_m = IS$ (1), buni solenoidga qo'llasak $P_m = INS$ (2), solenoid uchun magnit oqimi esa $\Phi = \frac{\mu\mu_0 INS}{l}$ (3).

Bundan (2) ga ko'ra $\Phi = \frac{\mu\mu_0 P}{l}$, yoki $P_m = \frac{\Phi l}{\mu\mu_0}$ ni hisoblasak $P_m = 1 \text{ m}^2 \text{ A}$.

Javobi: $P_m = 1 \text{ m}^2 \text{ A}$

5. Tok o'tayotgan $r = 1 \text{ sm}$ bo'lgan doiraviy sim o'rami markazdagi magnit maydonning kuchlanganligini toping?

Berilgan: $I = 1 \text{ A}$, $r = 1 \text{ sm} = 0.01 \text{ m}$

Topish kerak: $H - ?$

Yechilishi: Bio-Savar-Laplas qonunidan kelib chiqadigan birinchi natijaga ko'ra aylana shakldagi tokli kontur markazida hosil bo'lgan magnit maydon kuchlanganligi $H = \frac{I}{2R}$ formuladan aniqlanadi. H ni

hisoblasak: $H = 50 \text{ A/m}$ kelib chiqadi. Javobi: $H = 50 \text{ A/m}$.

6. 5 A tok o'tayotgan cheksiz uzun o'tkazgichdan 2 sm uzoqlikdagi nuqtada magnit maydonning kuchlanganligini toping (11.1-rasm).

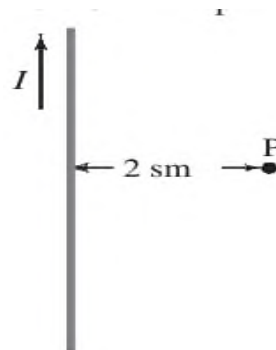
Berilgan: $I = 5\text{ A}$, $r = 2\text{ sm} = 0.02\text{ m}$

Topish kerak: $H - ?$

Yechilishi: I tok o'tayotgan cheksiz uzun o'tkazgichning undan biror masofadagi nuqtada hosil qilgan magnet maydon kuchlanganligi $H = \frac{I}{2\pi R}$ ga teng ekanligidan

hisoblansa $H = 40 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ kelib chiqadi. Javobi:

$$H = 40 \frac{\text{A}}{\text{m}}.$$



11.1-rasm

7. 11.2-rasmda tokli cheksiz uzunlikdagi ikkita to'g'ri o'tkazgichning kesimi tasvirlangan. O'tkazgichlar AB oralig'i 10 sm , $I_1 = 5.0\text{ A}$, $I_2 = 7.0\text{ A}$. I_1 va I_2 toklarning oraligi o'rtasidagi magnet maydon induksiyasini hisoblang.

Berilgan: $I_1 = 5.0\text{ A}$, $I_2 = 7.0\text{ A}$, $AB = 10\text{ sm}$

Topish kerak: $B - ?$

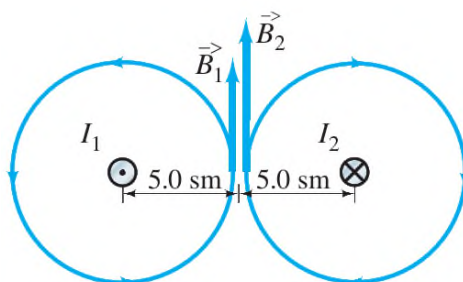
Yechilishi: Bizga ma'lumki, cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgichning undan biror masofada hosil qilgan magnet maydon kuchlanganligi $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$. Shunga ko'ra I_1 va I_2 toklarning o'rtada hosil qilgan magnet maydon induksiyasini hisoblaymiz:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} / \text{A})(5.0\text{ A})}{2\pi(0.05\text{ m})} = 2.0 \cdot 10^{-5} \text{ Tl}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} / \text{A})(7.0\text{ A})}{2\pi(0.05\text{ m})} = 2.8 \cdot 10^{-5} \text{ Tl}$$

Natijaviy magnet maydon iduksiyasi: $B = B_1 + B_2 = 4.8 \cdot 10^{-5} \text{ Tl}$.

Javobi: $B = 4.8 \cdot 10^{-5} \text{ Tl}$



11.2-rasm

8. O'ramlar soni 1000 bo'lgan solenoiddan $I = 1\text{ A}$ tok o'tganda $\Phi = 0.1 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$ magnet oqimi vujudga kelgan bo'lsa undagi magnet maydon energiya zichligini toping.

Berilgan: $N = 1000$, $I = 1\text{ A}$, $\Phi = 0.1 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$

Topish kerak: $w - ?$

Yechilishi: Quyidagilarga egamiz: $\frac{W_m}{V} = W_0 = \frac{B}{2\mu\mu_0} = \frac{HB}{2}$ (1) yoki

solenoid uchun $H = nI = I \frac{N}{l}$ (2), ikkinchi tomondan $\Phi = BS$ (3) dan

$W = \frac{IN\Phi}{2}$ kelib chiqadi. Javobi: 0.05J.

8. Kichik diametrli va $l = 30\text{sm}$ uzunlikdagi solenoid ichida magnit maydon energiyasining hajmiy zichligi $1.35\text{J}/\text{m}^3$ ga teng bo'lishi uchun amper o'ramlar soni qancha bo'lishi kerak?

Berilgan: $l = 30\text{sm} = 0.3\text{m}$, $W_0 = 1.75\text{J}/\text{m}^3$

Topish kerak: $IN - ?$

Yechilishi: Bizga ma'lumki, $W_0 = \frac{HB}{2}$ (1). Solenoid uchun magnit

maydon kuchlanganligi $H = nI = I \frac{N}{l}$ (2). Agar $B = \mu\mu_0 H$ ekanligini

inobatga olsak $W = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2}$ (3). Bunga (2) ni ta'sir ettirsak,

$W_0 = \frac{\mu\mu_0 (IN)^2}{2l^2}$ (4) va bundan $IN = l \sqrt{\frac{2W_0}{\mu\mu_0}}$ bo'ladi va hisoblashlar

natijasida $IN = 500\text{A} \cdot \text{o'ram}$ degan javobga ega bo'lamiz. Javobi: $IN = 500\text{A} \cdot \text{o'ram}$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Doiraviy kontur tekisligi magnit maydoniga, maydon kuch chiziqlari bilan 90° burchak hosil qiladigan qilib o'rnatilgan. Magnit maydonining kuchlanganligi 2000erstred . Konturning radiusi 2sm bo'lib, undan 2A tok o'tadi. O'tkazgichning harakat tezligi $20\text{sm}/\text{s}$ va magnit maydoni yo'nalishiga tik yo'nalgan. 1) O'tkazgich 10 sekund davomida harakat qilgandagi bajargan ishi va 2) shu harakatga sarflangan quvvat topilsin $1\text{erstred} = \frac{1}{4\pi} 10^{-3}\text{A}/\text{m}$ ($A = 0.2\text{J}$, $P = 2 \cdot 10^{-2}\text{W}$).
2. Kvadrat ramka simga shunday osilganki, magnit maydonining kuch chiziqlari ramka tekisligiga o'tkazilgan normal bilan 90° burchak tashkil qiladi. Ramkaning tomonlari 1sm . Maydonning magnit induksiyasi $1.37 \cdot 10^2\text{Tl}$. Ramka bo'ylab $I = 1\text{A}$ tok o'tganda, u 1° burchakka buriladi. Simning siljish moduli topilsin. Simning uzunligi 10sm , ipning radiusi 0.1mm ($5 \cdot 10^{10}\text{N}/\text{m}^2$).
3. 300V potentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron 4mm uzoqlikdagi to'g'ri uzun simga parallel ravishda harakatlanadi. Simdan 5A tok o'tsa, elektronga qanday kuch ta'sir qiladi?

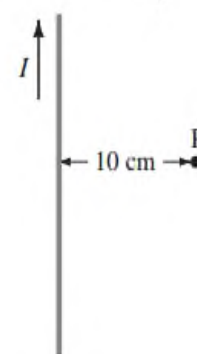
- ($4 \cdot 10^{-16} N$).
4. Elektron magnit maydoniga uning kuch vhezirlariga tik uchib kiradi. Elektronning tezligi $v = 4 \cdot 10^7 m/s$. Magnit maydonining induksiyasi $10^{-3} T$. Magnit maydonida elektronning normal va tangensial tezlanishi qanchaga teng bo'ladi? ($a_t = 0$, $a_n = const = 7 \cdot 10^{15} m/s^2$).
 5. Zaryadli zarracha aylana bo'yicha $10^6 m/s$ tezlik bilan magnit maydonida harakat qiladi. Magnit maydonining induksiyasi $0.3 T$. Aylananing radiusi $4 sm$. Zarrachaning energiyasi $12 keV$ ga teng bo'lganda uning zaryadini toping ($q = 3.2 \cdot 10^{19} C$).
 6. Ikki parallel cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgich vakkumda bir-biridan $r = 40 sm$ masofada joylashgan. Agar ularning biridan $I_1 = 12 A$, ikkinchisidan esa $I_2 = 18 A$ tok o'tayotgan bo'lsa, simlarning uzunlik birligiga to'g'ri keluvchi kuchini toping ($F/l = 1.08 \cdot 10^{-4} N/m$).
 7. $I = 12.5 A$ tok o'tayotgan, tomonlari $l = 40 sm$ dan bo'lgan kvadrat kontur joylashgan. O'tkazgich bilan kontur bir tekislikda yotadi. Agar to'g'ri o'tkazgichdan konturning eng yaqin tomonigacha bo'lgan masofa $a = 10 sm$ bo'lsa, konturga ta'sir qiluvchi kuchni toping. ($F = 32 mN$).
 8. Vakuumba har bir metrining massasi $m/l = 20 g/m$ bo'lgan ikki parallel cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgichlarga parallel joylashgan o'qqa uzunligi $l_0 = 10 sm$ ga teng vaznsiz iplar bilan osilgan. Agar o'tkazgichlardan miqdor jihatdan teng va qarama-qarshi yo'nalgan toklar o'tganda iplar vertikalidan $\alpha = 20^\circ$ burchakka og'gan bo'lsa, tok kuchuning qiymatini toping.
 9. Galvonometrning $N = 40$ ta o'ramli to'g'ri to'rtburchak shalkidagi ramkasi $B_0 = 0.8 T$ induksiyali bir jinsli magnit maydonda joylashgan. Agar ramkaga $M_{max} = 6.4 \cdot 10^{-4} N \cdot m$ bo'lgan maksimal aylantiruvchi kuch ta'sir etayotgan bo'lsa, ramkadan o'tayotgan tokning kuchini toping ($I = 0.02 A$).
 10. Induksiyasi $B = 0.2 T$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonda $r = 30 sm$ radiusli, o'ramlar soni $N = 75$ bo'lgan yupqa g'altak turibdi. Agar g'altak o'ramlari orqali $I = 8 A$ tok o'tayotgan bo'lsa, g'altakning magnit momenti va g'altakka ta'sir etuvchi aylantiruvchi kuch momenti nimaga teng bo'ladi? G'altak tekisligiga o'tkazilgan normal bilan magnit induksiyasi orasidagi burchak $\alpha = 30^\circ$. ($p_m = 170 A \cdot m^2$, $M = 1.6 N \cdot m$).
 11. Ikkita to'g'ri uzun o'tkazgich bir-biridan $10 sm$ uzoqlikda joylashgan. O'tkazgichlardan qarama-qarshi yo'nalishda $I_1 = I_2 = 5 A$

tok o'tmoqda . Har bir o'tkazgichdan 10 sm narida turgan nuqtadagi magnit maydon kuchlanganligining qiymati va yo'nalishi topilsin ($H = 8A/m$).

12. Vertikal holatda joylashgan o'tkazgich bo'ylab yuqoridan pastga $I = 8A$ tok o'tadi. Yer va tok magnit maydonlari qo'shilishidan hosil bo'lgan maydonning kuchlanganligi o'tkazgichdan qanday r uzoqlikda yuqoriga vertikal yo'nalgan bo'ladi? Yer maydonining gorizontal tashkil etuvchisi $H_2 = 0.2 \text{ ersted}$ $1 \text{ ersted} = \frac{1}{4\pi} 10^{-3} A/m$ ($r = 0.08m$).

13. Tokli to'g'ri o'tkazgichning AB kesmasi o'rtasiga o'tkazilgan perpendikulyarda AB kesmadan 5 sm uzoqlikda turgan C nuqtadagi tokli o'tkazgich hosil qilgan magnit maydonining kuchlanganligi hisoblansin. O'tkazgichdan 20A tok o'tadi. AB kesma C nuqtadan 60° burchak ostida ko'rinadi ($H = 31.8A/m$).

14. Cheksiz uzun to'g'ri tokli o'tkazgichdan $I = 25A$ o'zgarmas tok o'tmoqda. (11.3-rasm). Tokli o'tkazgichning undan 10sm masofadagi P nuqtada hosil qilgan magnit maydon induksiyasini aniqlang ($B = 5.0 \cdot 10^{-5} T$).



11.3-rasm

15. To'g'ri burchakli qilib egilgan o'tkazgichdan 20A tok o'tadi. Burchak uchidan 10sm narida, burchak bissektrisasida yotgan nuqtadagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin ($H = 77.3A/m$).

16. Ko'ndalang kesimi $S = 1.0mm^2$ bo'lgan mis simdan qilingan halqa orqali o'tayotgan 20A tok halqaning markazida kuchlanganligi $H = 2.24e$ ga teng magnit maydoni hosil qiladi. O'tkazgichning uchlari qanday potentsiallar ayirmasiga kulanganligini toping/

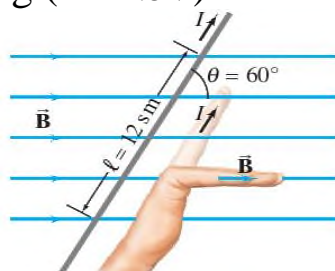
$$(U = \frac{\pi \rho I^2}{SH} = 0.12V).$$

17. Doiraviy kontur o'qida kontur tekisligidan 3 sm naridagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. Kontur radiusi 4 sm va konturdagi tok 2A ($H = 12.7A/m$).

18. Radiusi 11 sm bo'lgan doiraviy o'ram markazidagi magnit maydonining kuchlanganligi 0.8ersted. Shu o'ram o'qida o'ram tekisligidan 10sm naridagi magnit maydonining kuchlanganligini toping ($H = 25.7A/m$).

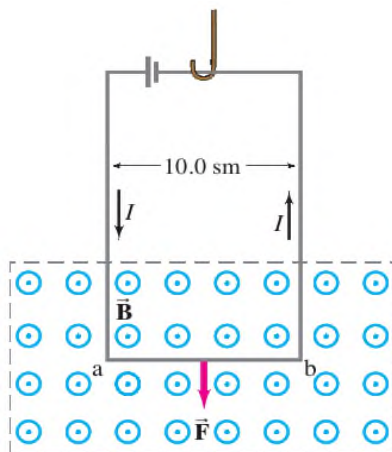
19. Cheksiz uzun o'tkazgich o'ziga urinma holda doiraviy sirtmoq hosil qiladi. O'tkazgich bo'ylab 5A tok o'tmoqda. Sirtmoq markazida

- magnit maydon kuchlanganligi $41A/m$ bo'lganda sirtmoq radiusi qancha bo'ladi? ($r=8sm$).
20. Oralig'i $l=60sm$ bo'lgan relslarda ularga tik ravishda sterjen yotibdi. Sterjenni harakatlantirish uchun undan o'tishi kerak bo'lgan eng kichik tok kuchini aniqlang. Relslar va sterjen $B=60mTl$ induksiyali bir jinsli vertical magnit maydonda joylashgan. Sterjenning massasi $m=0.5\text{ kg}$, uning relslarga ishqalanish koeffitsiyenti $\mu=0.1$ ($I=13.6A$).
21. $30sm$ uzunlikdagi g'altak 1000 o'ramdan iborat. G'altakdan o'tayotgan tok $2A$ ga teng bo'lsa, g'altak ichidagi magnit maydonning kuchlanganligi topilsin. G'altak diametrini uning uzunligiga nisbatan kichik deb hisoblang. ($H=6670A/m$)
22. Ikkita doiraviy o'ram bir-biriga tik ravishda ikkita o'zaro perpendikulyar tekisliklarda joylashib, o'ramlarning markazlari bir-biriga mos keladi. Har bir o'ramning radiusi 2 sm va ulardan o'tayotgan tok $I_1=I_2=5A$. Shu o'ramlar markazidagi magnit maydon kuchlanganligi topilsin ($H=177/m$).
23. O'zaksiz g'altakning ichidagi magnit maydonning induksiyasi $B_0=2\cdot 10^{-4}Tl$. Agar g'altakning ichiga nikel o'zak ($\mu=800$) kiritilsa, o'zakdagi magnit maydonning induksiyasi va o'zakning ko'ndalang kesimi ($S=10sm^2$) orqali o'tuvchi magnit induksiya oqimi nimaga teng? ($B=0.16\text{ Tl}$, $\Phi=1,6\cdot 10^{-4}\text{ Wb}$).
24. Uzunligi $l=30\text{ sm}$ va massasi $m=5g$ bo'lgan to'g'ri o'tkazgich vaznsiz iplarga osib qo'yilgan. Magnit maydon kuch chiziqlari o'tkazgichga perpendikulyar ravishda gorizontol yo'nalgan. Har bir $F_A=4\cdot 10^{-2}N$ yuklanishga chiday oladigan iplar uzilib ketishi uchun o'tkazgichdan qanday tok o'tishi kerak? Magnit maydon kuchlanganligi $H=39,2\cdot 10^3\text{ A/m}$ ($I\geq 2,1A$).
25. Uzunligi $l=12sm$ bo'lgan tokli o'tkazgichdan $30A$ tok o'tmoqda. (11.4-rasm). Tokli o'tkazgich magnit maydonga $\theta=60^\circ$ burchak ostada joylashtirilgan. Tashqi magnit maydoni taxminan $0,90Tl$ ga teng bo'lsa tokli o'tkazgichga magnit maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuchni aniqlang ($F=2,8N$).



11.4-rasm

26. Vertikal holatda osilgan elektr zanjiri 11.5-rasmda ko'rsatilgandek joylashgan. Tashqi magnit maydoni gorizontal rasm tekisligidan bizga yunalgan. Zanjirning uzunligi $l=10\text{sm}$ uzunlikdagi ab qismiga pastga yunalgan $F=3.48\cdot 10^{-2}\text{N}$ kuch ta'sir qilmoqda. Zanjirdagi tok kuchi $I=0.245\text{A}$ ga teng bo'lsa, tshqi magnit maydon induksiyasini aniqlang ($B=0.42\text{T}$).



11.5-rasm

27. Uzunligi $l=0.4\text{m}$ va massasi $m=204\text{g}$ bo'lgan o'tkazgich ikki dinamometga osilgan va $B=0.5\text{T}$ induksiyali o'tkazgichga perpendikulyar yo'nalgan gorizontal magnit maydonga joylashgan. O'tkazgichdan $I=6\text{A}$ tok o'tmoqda. Dinamometrning ko'rsatishi F ni toping ($F_1=1.6\text{N}$, $F_2=0.4\text{N}$).
28. $U=10^3\text{V}$ potentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron bir jinsli magnit maydonga induksiya kuch chiziqlariga perpendikulyar ravishda uchib kirgan. Agar magnit maydon induksiyasi $B=2\cdot 10^{-3}\text{T}$ bo'lsa, elektronning harakat trayektoriyasining egrilik radiusi va uning aylanish radiusini toping ($R=5.33\text{sm}$, $t=1.79\cdot 10^{-8}\text{s}$).
29. Massalari soni $A_{20}=20$ va $A_2=22$, kinetik energiyasi $W_k=6.2\cdot 10^{-16}\text{J}$ bo'lgan bir karra ionlangan neon ionlari $B=0.24\text{T}$ induksiyali bir jinsli magnit maydonga kuch chiziqlariga perpendikulyar ravishda uchib kiradi va yarim aylana chizib, maydondan ikki dastaga ajralgan holda uchib chiqsa dastalar orasidagi masofani aniqlang. ($\Delta l=8.24\text{sm}$)
30. Mass-spektrometrda bir karra ionlangan argon izotopi ionlari $U=800\text{V}$ kuchlanishli elektr maydonda tezlashtirilgandan keyin $B=0.32\text{T}$ induksiyali bir jinsli magnit maydonga kuch chiziqlariga perpendikulyar ravishda uchib kirib, vakuumda $R_1=7.63\text{sm}$ va $R_2=8.05\text{sm}$ radiusli yo'ylar bo'ylab harakatlanuvchi ikki dastaga ajralgan bo'lsa argon izotoplarining massalarini aniqlang.

$$(A_1 = 36, A_2 = 40).$$

31. Ikki to'g'ri o'tkazgich bir-biridan 10 sm uzoqlikda joylashgan. O'tkazgichlardan bir xil yo'nalishda $I_1 = 20A$ va $I_2 = 30A$ tok o'tadi. O'tkazgichlarni 20 sm uzoqlikkacha siljitishda (o'tkazgichning uzunlik birligi uchun) qancha ish bajariladi?

$$(A = \int_{x_1}^{x_2} F dx = \int_{x_1}^{x_2} \mu \mu_0 I_1 I_2 / 2\pi x dx, \frac{A}{l} = \frac{\mu \mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln \frac{x_2}{x_1} = 8.3 \cdot 10^{-5} J/m).$$

32. Ikki to'g'ri o'tkazgich bir-biridan biror uzoqlikda joylashgan. O'tkazgichlardan miqdor va yo'nalish jihatdan bir xil bo'lgan toklar o'tadi. Agar o'tkazgichlar oralig'ini ikki marta orttirishda (o'tkazgich uzunlik birligi uchun) bajarilgan ish 5.5 erg/sm ga teng bo'lsa, har bir o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi topilsin. ($I_1 = I_2 = 20A$)
33. Induktivligi $0.001H$ bo'lgan bir qavatli g'altakdagi sim chulg'aming o'ramlar soni qancha? G'altakning diametri 4 sm, simning diametri 0.6mm, o'ramlari zich joylashgan ($N = 380 \text{ ta o'ram}$).
34. Uzunligi 50 sm va ko'ndalang kesimining yuzi 2 sm^2 bo'lgan solenoid $2 \cdot 10^{-7} H$ induktivlikka ega. Solenoid ichidagi magnit maydonning energiyasining hajm zichligi $10^{-3} J/m^3$ bo'lishi uchun solenoiddan qancha tok o'tishi kerak? ($I = 1 A$).
35. $I = 1A$ tok o'tganda induktivligi $L = 0.001H$ bo'lgan g'altakni kesib o'tuvchi magnit oqimi $\Phi = 200 \text{ mWb}$ bo'lsa, g'altakdagi o'ramlar soni qancha bo'ladi? ($N = 500$).
36. Uzunligi 120 sm va kondalang kesimining yuzi 3 sm^2 bo'lgan temir o'zakli solenoidda 42000 mWb magnit oqimi hosil qilish uchun undagi amper-oramlar soni qancha bo'lishi kerak? (955 amper-o'ram).
37. Uzunligi $l = 40 \text{ sm}$ va ko'ndalang kesimi yuzi $S = 4 \text{ sm}^2$ bo'lgan solenoidning induktivligi $L = 25 \text{ mH}$. Solenoid ichidagi magnit maydon energiyasi zichligi $w = 0.05 J/m^3$ bo'lsa, solenoiddan o'tayotgan tok kuchini toping ($I = 0.8A$).
38. Tokli solenoidning yopiq o'zagidagi magnit maydon kuchlanganligi $H = 1.2 \text{ kA/m}$ bo'lsa, o'zakdagi magnit maydon energiyasining zichligini toping. Shu sharoitdagi temirning nisbiy magnit singdiruvchanligi $\mu = 900$ ($w = 814 J/m^3$).
39. Uzunlik birligiga to'g'ri keluvchi o'ramlar soni $n = 800 \text{ m}^{-1}$ bo'lgan o'zaksiz tokli solenoidning ichidagi magnit maydoni energiyasi zichligi $w = 2.5 J/m^3$ bo'lsa, solenoiddan o'tayotgan tok kuchini toping ($I = 2.5A$).

40. Ko'ndalang kesimining yuzi 1mm^2 bo'lgan alyuminiy sim magnit meridianiga tik bo'lgan gorizontall tekislikka osilgan va u orqali (g'arbdan sharqqa) 1.6A tok o'tmoqda. 1) Yer magnit maydonining simga ta'sir qiluvchi kuchi sim og'irligining qancha qismini tashkil qiladi? 2) Shu kuch ta'sirida 1m simning og'irligi qanchaga kamayadi? Yer magnit maydonining gorizontall tashkil etuvchisi 0.2 ersted (1) 0.125% , 2) $3.2 \cdot 10^{-5}\text{ N}$).

41. Kuchlanganligi $H = 8 \cdot 10^3\text{ A/m}$ bo'lgan magnit maydoni bilan kuchlanganligi $E = 10\text{ V/m}$ bo'lgan elektr maydoni bir xil yo'nalgan. Elektron $v = 10^5\text{ m/s}$ tezlik bilan shu magnit maydonga uchib kiradi. Quyidagi hollar uchun elektronning normal, tangensial va to'la tezlanishlarini toping: 1) elektronning tezligi maydon kuch chiziqlariga parallel yo'nalgan, 2) elektronning tezligi kuch chiziqlariga tik yo'nalgan.

(1) $a_n = 0$, $a = a_t = 1.76 \cdot 10^{14}\text{ m/s}^2$, 2) $a_t = 0$, $a = a_n = 2.5 \cdot 10^{14}\text{ m/s}^2$).

§12. Elektromagnit induksiya hodisasi



- Agar magnit maydon bir jinsli bo'lmasa yoki magnit maydon o'zgaruvchan bo'lsa u holda bunday magnit maydon oqimi kontur yuzasini kesib o'tganda konturda induksion EYUK yuzaga keladi va u quyidagiga teng:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} \text{ yoki } |\varepsilon_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

- Magnit oqimining o'zgarishi konturdagi tok kuchining ham o'zgarishiga olib keladi bu o'zinduksiya hodisasi deyiladi.

$$\varepsilon_i = -L\frac{dI}{dt} \text{ yoki } |\varepsilon_i| = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right|$$

bu yerda L -kontur induktivligi.

- Solenoid induktivligi:

$$L = \mu\mu_0 n^2 l S$$

$n = \frac{N}{l}$ -uzunlik birligidagi o'ramlar soni, l -solenoid uzunligi, S -

ko'ndalang kesimi.

- Magnit maydonda harakatlanayotgan to'g'ri o'tkazgichda hosil bo'lgan induksion EYUK $\varepsilon = Blv \sin \alpha$, aylanma ramkada hosil bo'lgan induksion EYUK esa $\varepsilon = \omega BS \sin \omega t$, bu yerda S -kontur yuzasi, ω -ramkaning ko'ndalang kesimi.

- Magnit oqimining o'zgarishi qo'shni konturdagi tok kuchining o'zgarishiga ham sabab bo'ladi bu o'zinduksiya hodisasi deyiladi.

$$\varepsilon = -L_{12} \frac{dI}{dt} \text{ yoki } |\varepsilon_i| = L_{12} \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$$

- O'zinduksiya ko'ra tok uzilganda tokning kamayishi uchun:

$I = I_0 e^{-\frac{R}{L}t}$ formula orinlidir, bunda R -qarshilik, L -induktivlik.

- EYUK li tok manbai ulanganda esa, tok kuchi quyidagi qonun bo'yicha ortib boradi:

$$I = I_0 (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

Masala yechish namunalari

1. Induksiya I Tl bo'lgan magnit maydoniga yuzi 0.01 m^2 bo'lgan doiraviy sim joylashtirilgan. O'ram tekisligi magnit maydoniga tik. Maydon 0.01 sekund uzib qo'yilsa, o'ramda hosil bo'lgan EYUK ning o'rtacha qiymatini toping.

Berilgan: $B = 1T$, $S = 0.01 \text{ m}^2$, $t = 10 \text{ s}$

Topish kerak: $\varepsilon_i - ?$

Yechilishi: Faradeyning elektromagnit induksiya qonuniga ko'ra

$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ (1), bu yerda $d\Phi = SdB$ (2), masala shartiga ko'ra B kattalik

$1T$ dan 0 gacha o'zgaradi va $\Delta B = -1T$. Shunga ko'ra $\varepsilon_i = -\frac{SdB}{dt}$ (3).

(3) ni hisoblanadi.

Javobi: $\varepsilon_i = 1 \text{ V}$.

2. O'ramlari soni 400 bo'lgan g'altakning uzunligi 20 sm va ko'ndalang kesimi 9 sm^2 . 1) G'altakning induktivligi va 2) shu g'altak ichiga temir o'zak kiritilgandagi induktivligi topilsin. Shu sharoitda o'zakning magnit kirituvchanligini 400 deb oling.

Berilgan: $l = 20 \text{ sm} = 0.2 \text{ m}$, $N = 400$, $S = 9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, $\mu = 400$

Topish kerak: $L_1 - ?$, $L_2 - ?$

Yechilishi: g'altakning induktivligi: $L = \mu\mu_0 n^2 l S$, bunda $n = \frac{N}{l}$ bo'lgani

uchun $L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l} S$.

Javobi: $L_1 = 0.9\text{mH}$, $L_2 = 0.36\text{H}$.

3. Induktivligi 0.2H va qarshiligi 1.64Ω bo'lgan g'altak berilgan. EYUK ni uzib g'altak qisqa tutashtirilganda 0.05 s o'tgach g'altakdagi tok kuchi necha marta kamayadi (12.1-rasm)?

Berilgan: $L = 0.2\text{H}$, $R = 1.64\Omega$, $t = 0.05\text{ s}$

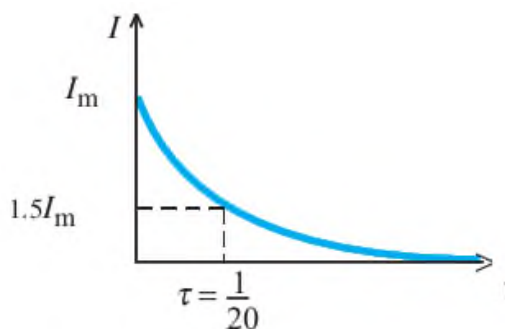
Topish kerak: $\frac{I_0}{I} - ?$

Yechilishi: O'zaro induksiya

uchun $I = I_0 e^{-\frac{R}{L}t}$
 formuladan foydalanamiz.

Bundan $\frac{I_0}{I} = e^{\frac{R}{L}t}$ kelib

chiqadi. Javobi: $\frac{I_0}{I} = 1.5\text{ marta}$



12.1-rasm

Mustaqil yechish uchun masalalar

42. $U = 3000\text{V}$ potentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron solenoid magnit maydoni ichiga uning o'qiga nisbatan $\alpha = 30^\circ$ burchak ostida uchib kiradi. Solenoidning amper-o'ramlar soni 5000. Solenoid uzunligi 25 sm. Solenoid magnit maydonidagi elektron vintsimon trayektoriyasining qadami topilsin ($l = 3.94\text{sm}$).
43. Induksiyasi 0.1π bo'lgan bir jinsli magnit maydonda 10 sm uzunlikdagi o'tkazgich maydoniga tik yo'nalishda 15 m/s tezlik bilan harakat qiladi. O'tkazgichdagi induksiyalangan EYUK topilsin. ($\varepsilon = -Bl\dot{\vartheta} = -0.15\text{ V}$).
44. Diametri 10 sm bo'lgan 500 o'ramli g'altak magnit maydonida turibdi. Magnit maydonining induksiyasi 0.1 s davomida 0 dan 2 Wb/m^2 gacha ko'payganda g'altakdagi induksiya EYUK ning o'rtacha qiymati qancha bo'ladi? ($\varepsilon_{o'rt} = 78.5\text{ V}$).
45. O'ramlari soni $N = 100$ va ko'ndalang kesimi yuzi $S = 50\text{sm}^2$ bo'lgan solenoid vakuumdagi bir jinsli magnit maydonda chulg'aming tekisligi kuch chiziqlariga perpendikulyar ravishda joylashgan. Solenoid $t = 0.1\text{ s}$ vaqt ichida 180° burchakka burilganda solenoidda

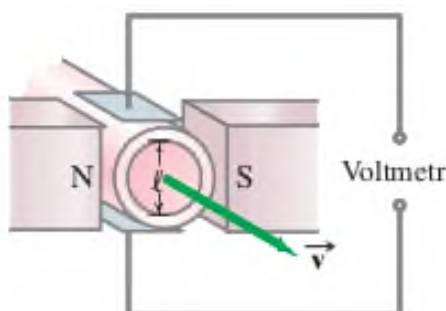
hosil bo'ladigan induksion elektr yurituvchi kuchni toping. Magnit maydon kuchlanganligi $H = 5 \cdot 10^4 \text{ A/m}$ ($\varepsilon = 0.628 \text{ V}$).

46. Uzunligi 20 sm va ko'ndalang kesim yuzi 30 sm^2 bo'lgan solenoidga sim o'rami kiygizilgan. Solenoid 320 o'ramga ega, undan 3A tok o'tadi. Solenoiddagi tok 0.001 sekund davomida uzilsa, kiygizilgan o'ramda o'rtacha qancha EYUK induksiyalanadi? ($\varepsilon = 0.018 \text{ V}$).
47. Samolyot havoda $g = 1000 \text{ km/soat}$ tezlik bilan Yerning magnit maydoniga perpendikulyar harakatlanmoqda (12.2-rasm). Samolyot qanotining uzunligi $l = 70 \text{ m}$ va Yerning magnit maydon induksiyasi $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ bo'lsa, samolyot qanotida hosil bo'ladigan EYUK ning qiymatini hisoblang ($\varepsilon = 1 \text{ V}$).



12.2-rasm

48. Inson tanasidagi qon tomirlaridan oqayotgan qon tezligini aniqlash uchun rasmda tasvirlangandek qurilma yug'ilgan (12.3-rasm). Qon tomiri diametri $d = 2.0 \text{ mm}$, magnit maydon kuchlanganligi $B = 0.08 \text{ T}$, kuchlanish $U = 0.1 \text{ V}$ bo'lsa, qonning harakat tezligini aniqlang. ($g = 0.63 \text{ m/s}$).



12.3-rasm

49. Uzunligi 144 sm va diametri 5sm bo'lgan solenoidga sim o'rami kiygizilgan. Solenoid cho'lg'ami 2000 o'ramga ega, undan 2A tok o'tadi. Solenoidga temir o'zak qo'yilgan. Solenoiddagi tok 0.002s davomida uzilsa, kiygizilgan o'ramda qancha EYUK induksiyalanadi? ($\varepsilon_{o'rt} = 1.57 \text{ V}$).

50. Uzunligi 20 sm va diametri 3sm bo'lgan g'altak 400 o'ramga ega. G'altakdan 2A tok o'tadi. 1) G'altak induktivligi va 2) g'altakning ko'ndalang kesimidan o'tayotgan magnit oqimi topilsin.

$$(L = 7.1 \cdot 10^{-4} H, \Phi = 3.55 \cdot 10^{-6} Wb).$$

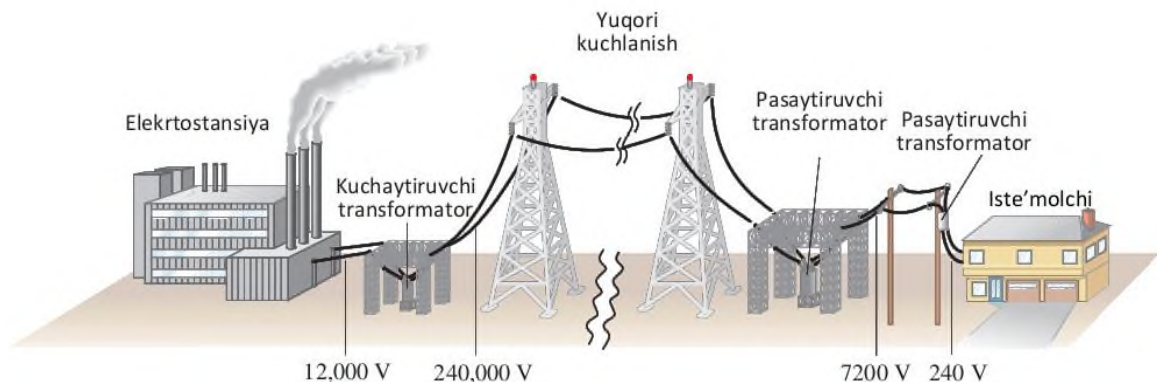
51. Ikkita g'altak bitta umumiy o'zakka o'ralgan. Birinchi g'altakning induktivligi 0.2H, ikkinchisniki esa 0.8H. Ikkinchi g'altakning qarshiligi 600Ω. Birinchi g'altakdan o'tayotgan 0.3A tokni 0.001 sekund ichida uzib qo'yilsa, ikkinchi g'altakdan qancha tok o'tadi?

$$(I_2 = \frac{L_{12}\Delta I}{R\Delta t} = \frac{\sqrt{L_1 L_2}\Delta I}{R\Delta t} = 0.2A).$$

52. Magnit induksiya oqimining o'zgarish tezligi $\Delta\Phi/\Delta t = 24.5 Wb/s$ bo'lgan magnit maydon kuch chiziqlari atrofida $r = 5sm$ radiusli aylana bo'ylab hosil bo'lgan uyurmaviy elektr maydonning kuchlanganligini toping ($\varepsilon = 78.5V/m$).

53. Induksiyasi $0.2 Wb/m^2$ bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga radiusi 2 sm bo'lgan doiraviy kontur joylashtirilgan. Kontur tekisligi magnit maydoniga tik bo'lib, qarshiligi 1Ω. G'altak 90° ga burilganda undan qancha elektr miqdori o'tadi? ($q = 2.5 \cdot 10^{-4} C$).

54. 12.4-rasmdan foydalanib transformatorlar transformatsiya koeffitsiyentlarini aniqlang.



12.4-rasm

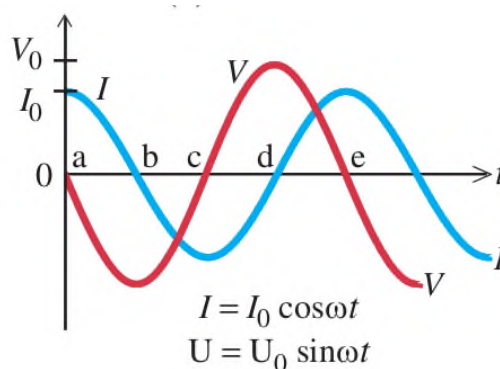
55. G'altakning qarshiligi $R = 10\Omega$ va induktivligi $L = 0.144H$. G'altak ulangandan qancha vaqt o'tgach, undagi tok kuchi oldingi belgilangan tokning yarmiga teng bo'ladi? (0.01s dan keyin).

56. Induktivligi $L = 0.021H$ bo'lgan g'altak orqali $I = I_0 \sin \omega t$ qonuni bo'yicha vaqtga bog'liq holda o'zgaradigan tok o'tadi, bunda $I_0 = 5A$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $T = 0.02s$. 1) G'altakda hosil bo'ladigan $EYUK$ va 2) g'altak magnit maydonining vaqtga bog'lanishini toping.

$$(\varepsilon = -33 \cos 100\pi t V).$$

57. Ikkita g'altakning o'zaro induktivligi $0.005H$ ga teng. Birinchi g'altakdagi tok $I = I_0 \sin \omega t$ qonuni bo'yicha o'zgaradi, bunda $I_0 = 10A$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $T = 0.02 s$. 1) Ikkinchi g'altakning induksiyalangan *EYUK* ning vaqtga bog'lanish tenglamasini tuzing. 2) Bu *EYUK* ning eng katta qiymatini toping ($\varepsilon = 1.57 \cos 100\pi t$, $\varepsilon_{\max} = 1.57 V$).
58. Magnit maydonda joylashgan Vilson kamerasida olingan fotografiyada elektronning trayektoriyasi 10 sm radiusli aylana yoyini ko'rsatadi. Magnit maydonining induksiyasi 10 mTl . Elektron energiyasini elektron voltlarda hisoblansin ($W = 88 \text{ keV}$).
59. Toroid temir o'zagining uzunligi $l_2 = 1m$, havo bo'shlig'ining uzunligi $l_1 = 3mm$. Toroid o'ramlarining soni $N = 2000$. Cho'lg'amlardan $I = 1A$ tok o'tganda havo bo'shlig'idan magnit maydonining kuchlanganligini toping.
($H_1 = \frac{B_1}{\mu_0 \mu_1} = 6.2 \cdot 10^5 A/m$).
60. Toroid temir o'zagining uzunligi 2 mm . Toroid chulg'amlarining amper-o'ramlar soni 2000 . Shu amper-o'ram miqdorida havo bo'shlig'ining uzunligi ikki marta orttirilganda, havo bo'shlig'ining magnit maydon kuchlanganligi qancha marta kamayadi? (1.9 marta).

§13. O'zgaruvchan tok



- O'zgaruvchan tok uchun Om qonuni:

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} \text{ yoki } I_{ef} = \frac{U_{ef}}{Z}$$

bunda:

$$I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}, \quad U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}},$$

bunda U_0 va I_0 tok kuchi va kuchlanishning maksimal qiymatlari

- Zanjirning to'la qarshiligi quyidagiga teng:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

R – aktiv qarshilik, X_L – induktiv qarshilik, X_C – sig'im qarshilik.

- Kuchlanish va tok kuchi orasidagi faza siljishi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

- O'zgaruvchan tok quvvati:

$$P = U_{ef} I_{ef} \cos \varphi = \frac{1}{2} U_0 I_0 \cos \varphi$$

- Rezonans chastotasi: $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$

- Transformatorning transformatsiya koeffitsiyenti quyidagiga teng:

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

bunda U_1, I_1, n_1 – mos ravishda birinchi o'ramdagi kuchlanish, tok kuchi va o'ramlar soni; U_2, I_2, n_2 – mos ravishda ikkinchi o'ramdagi kuchlanish, tok kuchi va o'ramlar soni. Agar $k > 1$ bo'lsa, transformator pasaytiruvchi ($U_2 < U_1$), $k < 1$ bo'lsa kuchaytiruvchi ($U_2 > U_1$) transformator bo'ladi.

Masala yechish namunalari

1. 10Ω aktiv qarshilikli va L induktivlikli g'altak $127 V$ kuchlanishli va $50 H$ chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. G'altak $400 W$ quvvat iste'mol qiladi, kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60° , g'altak induktivligini toping.

Berilgan:

Formulasi:

Yechilishi:

$$R = 10 \Omega$$

$$U = 127 V$$

$$\nu = 50 \text{ Hz}$$

$$P = 400 W$$

$$\varphi = 60^\circ$$

$$L = ?$$

$$P = \frac{U^2}{Z} \cos \varphi$$

$$Z = \frac{U^2}{P} \cos \varphi$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega} = 0.055 H$$

Javobi: $L = 0.055 H$.

2. 1 mF sig'imli kondensator va 3000Ω aktiv qarshilikli reostat, 50 Hz chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. Reostat induktivligi juda oz. Kondensator va reostat ketma-ket, parallel ulangan hollar uchun to'la qarshilikni toping.

Berilgan:

Formulasi:

Yechilishi:

$$C = 1\text{mkF}$$

$$R = 3000\Omega$$

$$\nu = 50\text{Hz}$$

$$Z = ?$$

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + R_C^2}$$

$$\frac{1}{Z_2} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R_C^2}}$$

$$Z_1 = 4380\Omega$$

$$Z_2 = 2180\Omega$$

Javobi: $Z_1 = 4380\Omega$, $Z_2 = 2180\Omega$.

3. O'zgaruvchan tok kuchlanishi $u = U_0 \sin(\omega t + \pi/6)$ qonuni bo'yicha o'zgaradi. Davrning $1/12$ ulushidagi bu kuchlanishning oniy qiymati $u = 10\sqrt{3}$ bo'lsa, uning amplitudaviy qiymatini toping.

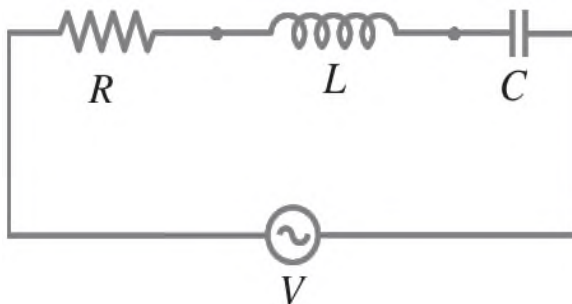
Berilgan: $t = \frac{T}{12}$, $u = 10\sqrt{3}\text{V}$, $u = U_0 \sin(\omega t + \pi/6)$

Topish kerak: $U_0 - ?$

Yechilishi: Kuchlanishning o'zgarish qonunini $u = U_0 \sin(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{6})$ deb yozib olib, unga t ning va u ning qiymatlarini qo'yamiz:

$$10\sqrt{3} = U_0 \sin(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{6}), U_0 = \frac{10\sqrt{3}}{\sin(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{6})} = 20\text{V}. \text{ Javobi: } U_0 = 20\text{V}.$$

4. 220V kuchlanishli va 50Hz chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga 35.4mkF sig'inli kondensator, 100Ω aktiv qarshilik va 0.7H induktivlik ketma-ket ulangan. Zanjirdagi tok kuchi hamda sig'im qarshilik, aktiv va induktiv qarshiliklargagi kuchlanish tushuvlarini toping (13.1-rasm).



13.1-rasm

Topish kerak: $U_R - ?$, $U_L - ?$, $U_C - ?$, $I - ?$

Berilgan:

Formulasi:

Yechilishi:

$$U = 220V$$

$$\nu = 50Hz$$

$$C = 35.4mkF$$

$$R = 100\Omega$$

$$L = 0.7H$$

$$I = ?, R_C = ?,$$

$$U_c = ?, U_L = ?$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2}$$

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$R_C = \frac{1}{\omega C}, R_L = \omega L$$

$$U_C = IR_C$$

$$U_L = IR_L$$

$$I = 1.34A$$

$$U_C = 12V$$

$$U_R = 134V$$

$$U_L = 295V$$

Javobi: $I = 1.34A$, $U_C = 12V$, $U_R = 134V$, $U_L = 295V$.

5. Transformatorning birlamchi chulg'amidagi kuchlanish $U = 220V$ bo'lgan. Agar transformatsiyalash koeffitsiyenti $k = 10$ bo'lib, qarshiligi $R_2 = 4\Omega$ bo'lgan ikkilamchi chulg'amdan $I_2 = 5A$ tok o'tayotgan bo'lsa, ikkilamchi chulg'am qisqichlaridagi EYuK ni toping. Birlamchi chulg'amdagi energiya isrofini hisobga olmang.

Berilgan: $k = 10$, $U_1 = 220V$, $R_2 = 4\Omega$, $I_2 = 5A$

Topish kerak: $\varepsilon_2 - ?$

Yechilishi: Transformatorning ikkilamchi chulg'amida induksiyalangan U_2 kuchlanish uning qisqichlaridagi kuchlanish bilan R_2 qarshilikda isrof bo'lgan $I_2 R_2$ kuchlanishning yig'indisiga teng: $U_2 = \varepsilon_2 + I_2 R_2$. U holda transformatsiyalash koeffitsiyenti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

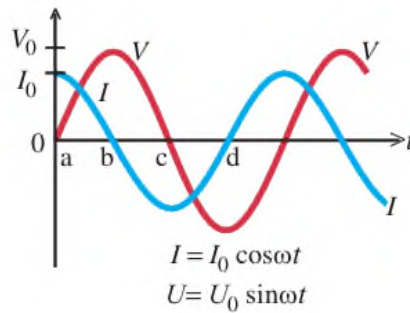
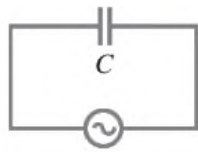
$$k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{U_1}{\varepsilon_2 + I_2 R_2}.$$

Bundan ikkilamchi chulg'am uchlaridagi EYUK quyidagiga teng bo'ladi: $\varepsilon_2 = \frac{U_1 - kI_2 R_2}{k} = 2V$. Javobi: $\varepsilon_2 = 2V$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Uzunligi $l = 50sm$ va ko'ndalang kesimining yuzi $S = 10 sm^2$ bo'lgan g'altak $\nu = 50 Hz$ chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. G'altakning o'ramlar soni $N = 3000$. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60° bo'lsa, g'altakning aktiv qarshiligini toping.
($R = 4.1\Omega$).
2. G'alakning cho'lg'ami ko'ndalang kesimi yuzi $1 mm^2$ bo'lgan 500 o'ram mis simdan iborat. G'altakning uzunligi 50 sm va uning

- diametri 5 sm. Qanday chastotali o'zgaruvchan tokda g'altakning to'la qarshiligi aktiv qarshiligidan ikki baravar katta bo'ladi? (300Hz).
6. $C_1 = 0.2\text{mkF}$ va $C_2 = 0.1\text{mkF}$ sig'imli ikki kondensator 220V kuchlanishli 50Hz chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma-ket ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchini, 2) birinchi va ikkinchi kondensatordagi potensialning tushishini toping ($I = 4.6\text{mA}$, $U_1 = 73.4\text{V}$, $U_2 = 146.6\text{V}$).
 7. Uzunligi 25 sm va 5 sm radiusli g'altak chulg'ami ko'ndalang kesimi yuzi 1mm^2 bo'lgan 1000 o'ram simdan iborat. G'altak 50Hz chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. 1) Aktiv qarshilik va 2) induktiv qarshilik g'altakning to'la qarshiligining qancha qismini tashkil qiladi? (74%, 68%).
 8. 20mkF sig'imli kondensator va 130Ω aktiv qarshilikka ega rheostat 50Hz chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma-ket ulangan. 1) Kondensatordagi va 2) reostatdagi kuchlanishning tushishi zanjirga berilgan kuchlanishning qancha qismini tashkil qiladi? (72.5%, 68.5%).
 9. Kondensator bilan elektr lampochka 440V kuchlanishli va 50Hz chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. Lampochkadan 0.5A tok o'tishi va lampochkadagi potensialning tushishi 110V ga teng bo'lishi uchun kondensatorning sig'imi qanday bo'lishi kerak? ($C = 3.74\text{mkF}$).
 10. $\nu = 50\text{Hz}$ chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga $L = 2.26 \cdot 10^{-2}\text{H}$ induktivlik va R aktiv qarshilik ketma-ket ulangan. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60° , R ning kattaligini toping ($R = 12.3\Omega$).
 11. R aktiv qarshilik va L induktivlik 127V kuchlanishli va 50Hz chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga parallel ulangan. Zanjir 404W quvvatni iste'mol qiladi hamda kuchlanish vat ok kuchi orasidagi fazalar siljishi 60° , R aktiv qarshilik bilan L induktivlikni toping ($R = 40\Omega$).
 12. 220V kuchlanishli o'zgaruvchan tok zanjiriga C sig'im, R aktiv qarshilik va L induktivlik ketma-ket ulangan. Kondensatordagi kuchlanishning tushishi $U_C = 2U_R$ va induktivlikdagi kuchlanishning tushishi $U_L = 3U_R$ bo'lsa, aktiv qarshilikdagi kuchlanish tushuvi U_R topilsin ($U_R = 156\text{V}$).
 13. 13.2-rasmda $C = 1.0\text{mkF}$ sig'imli kondensator, $U_{\text{eff}} = 120\text{V}$ kuchlanishga ulangan bo'lsa tok kuchini hisoblang, tok chastotasi $\nu = 60\text{Hz}$. ($I = 45.2\text{mA}$).



13.2-rasm

14. Transformatorning birlamchi chulg'amodagi tokning kuchi $I_1 = 5A$, uning uchlaridagi kuchlanish $U_1 = 120V$, ikkinchi chulg'amida tokning kuchi $I_2 = 2A$, kuchlanish esa $U_2 = 285V$ bo'lsa, transformatorning $\cos \varphi = 1$ bo'lgandagi $FIK - \eta$ ni toping ($\eta = 95\%$).
15. Radiopryomnikning tok kuchi transformatorlardagi birlamchi chulg'am $N_1 = 110000$ o'ramdan iborat bo'lib, u $U_1 = 220V$ kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Agar ikkilamchi chulg'amning qarshiligi $R_2 = 0.5\Omega$ va uning uchlaridagi chug'lantirish kuchlanishi tok kuchi $I_2 = 1A$ bo'lganda $U_2 = 6.5V$ bo'lsa, ikkilamchi o'ramdagi chulg'amlar sonini toping ($N_2 = 350$).
16. Pasaytiruvchi transformatorning birlamchi chulg'ami $U = 220V$ kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Transformatorning ikkilamchi chulg'ami uchlaridagi EYUK $E_2 = 9V$, chulg'amining qarshiligi $R_2 = 1\Omega$, undan o'tuvchi tok $I_2 = 2A$ bo'lsa, transformatorning transformatsiyalash koeffitsiyenti va FIK ni toping. Birlamchi chulg'amdagi energiya isrofini hisobga olmang ($k = 20, \eta = 82\%$).

2-BOB. TEBRANISH VA TO'LIQLAR. OPTIKA. ATOM VA YADRO FIZIKASI. MOLEKULYAR FIZIKA.

§14. Mexanik tebranishlar va to'liqlar



- Garmonik tebranma harakat qilayotgan jismning muvozanat holatdan siljishini ifodalovchi quyidagi tenglama garmonik tebranma harakat tenglamasi geyiladi:

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) \text{ yoki } x = A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (1)$$

Bunda: φ_0 – boshlang'ich faza, A – amplituda, T – tebranish davri

- Garmonik tebranma harakat qilayotgan jismning tezligi va tezlanishi mos holda quyidagicha ifodalanadi:

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{2\pi}{T} A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) \text{ yoki } v = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (2)$$

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = -\frac{4\pi^2}{T^2} A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = -\frac{4\pi^2}{T^2} x \quad (3)$$

$$\text{yoki } a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 x \quad (3')$$

yoki

$$v = v_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = v_m \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (4)$$

$$a = -a_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = -a_m \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (5)$$

bunda: $v_m = A\frac{2\pi}{T} = A\omega$ – maksimal tezlik ifodasi, $a_m = \frac{4\pi^2}{T^2} A = \omega^2 A$ – maksimal tezlanish ifodasi.

- Garmonik tebranma harakatni yuzaga keltiruvchi kuch:

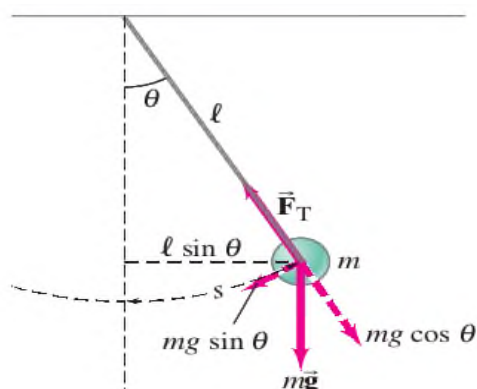
$$F = ma = -m\frac{4\pi^2}{T^2} A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = -m\frac{4\pi^2}{T^2} x = -m\omega^2 x = -kx \quad (6)$$

bunda, $k = \frac{4\pi^2}{T^2} m$ – kvazielastik kuchning deformatsiya koeffitsiyenti bo'lib undan prujinaga osilgan m massali jismning tebranish davri

ifodasi kelib chiqadi: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (7)$

- Kichik burchak ostida tebranayotgan matematik mayatnikning tebranish davri (14.1-rasm) esa:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{chastotasi} \quad \nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}} \quad (8)$$



14.2-rasm

- Garmonik tebranma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasi:

$$W_k = \frac{m g^2}{2} = m \frac{2\pi^2}{T^2} A^2 \cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) \quad (9)$$

$$\text{yoki} \quad T = W_k = \omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0) \quad (9')$$

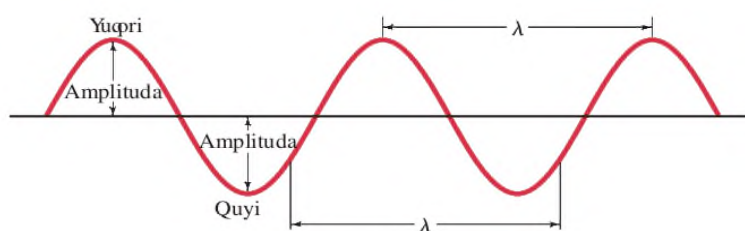
- Garmonik tebranma harakat qilayotgan jismning potensial energiyasi:

$$W_k = \frac{kx^2}{2} = m \frac{2\pi^2}{T^2} A^2 \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) \quad (10)$$

$$\text{yoki} \quad W_k = m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0) \quad (10')$$

- Garmonik tebranma harakat qilayotgan jismning to'liq energiyasi:

$$W_k = m \frac{2\pi^2}{T^2} A^2 \quad (11)$$



14.2-rasm

- To'lqin uzunligi λ (14.2-rasm) bo'lgan to'lqinning tarqalish tezligi:

$$g = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu \quad (12)$$

bunda T – tebranish davri, ν – tebranish chastotasi.

- To'lqin manбайдan biror l masofadagi fazo nuqtasining siljishi quyidagicha:

(ya'ni yuguruvchi to'lqinning tenglamasi)

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi l}{Tg}\right) \quad (13)$$

- To'liqin manбайдan l_1 va l_2 masofalardagi ikki nuqtaning fazalar farqi

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi \frac{l_2 - l_1}{\lambda} = 2\pi \frac{\Delta l}{\lambda} \quad (14)$$

- To'liqin interferensiyasida amplitudaning maksimum va minimum shartlari mos holda quyidagicha:

$$\Delta l = l_2 - l_1 = 2n \frac{\lambda}{2}, (n = 0, 1, 2, \dots) \quad (15)$$

$$\Delta l = l_2 - l_1 = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}, (n = 0, 1, 2, \dots) \quad (16)$$

- Bo'ylama to'liqinning elastik muhitda tarqalish tezligi:

$$g = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (17)$$

bunda E – Yung moduli, ρ – muhitning zichligi.

- Ko'ndalang to'liqinning elastik muhitda tarqalish tezligi:

$$g = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad (18)$$

bunda G – moddaning siljish moduli deyiladi.

Masala yechish namunalari

1. Amplitudasi 0.1 m, davri 4 sekund va boshlang'ich fazasi nolga teng bo'lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing.

Berilgan: $A = 0.1m$, $T = 4s$, $\varphi_0 = 0$

Harakat tenglamasini yozish kerak.

Yechilishi: Garmonik tebranma harakatlanayotgan jismning harakat tenglamasi (1) formulaga ko'ra $x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$. Masala shartidan kelib chiqib berilgan kattaliklarni o'rniga qo'ysak masalaning javobi quyidagicha bo'ladi: $x = 0.1 \sin \frac{\pi}{2}t$.

2. Garmonik tebranma harakat qilayotgan jismning amplitudasi 5 sm, davri 4 sek ga teng. Tebranayotgan nuqtaning maksimal tezligini va uning maksimal tezlanishini toping.

Berilgan: $A = 5sm$, $T = 4s$

Topish kerak: $g_m - ?$, $a_m - ?$

Yechilishi: Maksimal tezlik va maksimal tezlanishni quyidagi formulalar orqali aniqlaymiz: $g_m = A \frac{2\pi}{T}$, $a_m = \frac{4\pi^2}{T^2}$. Hisoblasak, $g_m = A \frac{2\pi}{T} = 7.85 \cdot 10^{-2} m/s$, $a_m = \frac{4\pi^2}{T^2} = 0.12 m/s^2$.

3. Massasi 10g bo'lgan moddiy nuqta $x = 5 \sin(\frac{\pi t}{5} + \frac{\pi}{4}) sm$ tenglama bo'yicha tebranadi. Nuqtaga ta'sir etuvchi maksimal kuch va tebranayotgan nuqtaning to'la energiyasini toping.

Berilgan: $m = 10g = 10^{-2} kg$, $x = 5 \sin(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4}) sm$

Topish kerak: $F_m - ?$, $W_t - ?$

Yechilishi: Dastlab garmonik tebranayotgan moddiy nuqtaning tezlanishini topamiz: $a = \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{d^2}{dt^2} (5 \sin(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4})) = \frac{\pi^2}{5} \sin(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4}) sm/s^2$.

Moddiy nuqtani garmonik tebranma harakatga keltiruvchi kuch esa (6) ga ko'ra: $F = ma = m \frac{\pi^2}{5} \sin(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4}) \cdot 10^{-2}$, bu kuch maksimal qiymatga $\sin(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4}) = 1$ bo'lganda erishadi. $F_m = m \frac{\pi^2}{5} = 2 \cdot 10^{-4} N$.

Garmonik tebranayotgan moddiy nuqtaning to'liq energiyasi esa (11) tenglamadan hisoblanadi: $W_k = m \frac{2\pi^2}{T^2} A$. Masala shartida berilgan harakat tenglamasidan $\frac{\pi}{5}t = \frac{2\pi t}{T}$ va $T = 10s$ ekanligini aniqlaymiz. To'liq energiyani hisoblasak: $W_t = 5 mks$.

4. Prujinaga osilgan mis sharcha vertikal tebranmoqda. Prujinaga mis sharcha o'rniga shunday radiusli alyuminiy sharcha osilsa, tebranish davri qanday o'zgaradi?

Berilgan: $\rho_1 = 8600 kg/m^3$ - misning zichligi, $\rho_2 = 2600 kg/m^3$ - alyuminiy zichligi.

Topish kerak: $T_1/T_2 - ?$

Yechilishi: (7) formulaga ko'ra mis va alyuminiy sharlarning tebranishlari mos holda quyidagicha bo'ladi: $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}}$, $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k}}$.

Bundan $T_1/T_2 = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$. Masala shartiga ko'ra $V_1 = V_2$ bo'lgani uchun

$$T_1/T_2 = \sqrt{\rho_1/\rho_2} = 1.82.$$

5. Agar $g = 6\text{ m/s}$ tezlik bilan tarqalayotgan to'lqinning chastotasi $\nu = 6\text{ Hz}$ ekanligi ma'lum bo'lsa uning to'lqin uzunligini va bir-biridan $l_2 - l_1 = 50\text{ sm}$ oraliqda yotgan nuqtalarning $\varphi_2 - \varphi_1$ fazalar farqini toping.

Berilgan: $\nu = 6\text{ Hz}$, $g = 6\text{ m/s}$, $l_2 - l_1 = 50\text{ sm} = 0.5\text{ m}$

Topish kerak: $\lambda - ?$, $\varphi_2 - \varphi_1 - ?$

Yechilishi: To'lqin uzunligini (12) formulaga ko'ra quyidagicha

topamiz: $\lambda = \frac{g}{\nu} = 1\text{ m}$. (3) formulaga ko'ra to'lqin no'qtalarining

orasidagi masofa Δl to'lqin uzunligiga nisbatan qancha o'zgarsa fazalar farqi ham 2π ga nisbatan shunchaga o'zgaradi, ya'ni:

$\frac{l_2 - l_1}{\lambda} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}$ yoki, $\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi\Delta l}{\lambda} = 3.14$, fazalar farqi burchak

xarakteriga ega ekanligi uchun $\varphi_2 - \varphi_1 = 180^\circ$.

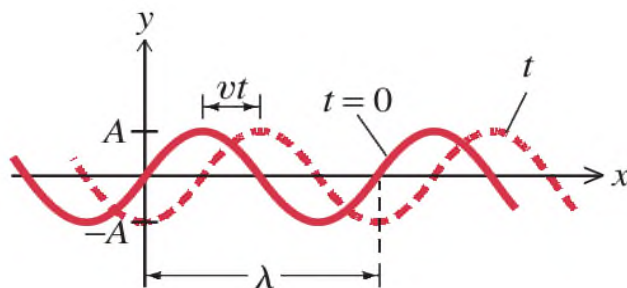
6. $t = \frac{T}{6}$ payt uchun tebranish manбайдan $l = \frac{\lambda}{12}$ masofadagi nuqtaning muvozanat vaziyatidan qanchaga siljishi aniqlansin. Tebranish amplitudasi $A = 0.05\text{ sm}$ (14.3-rasm).

Berilgan: $l = \frac{\lambda}{12}$, $t = \frac{T}{6}$, $A = 0.05\text{ m}$

Topish kerak: $x - ?$

Yechilishi: To'lqin manбайдan l masofadagi fazo nuqtasining siljishi

(13) ga ko'ra $x = A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi l}{Tg}\right)$,



14.3-rasm

ikkinchi tomondan (1) ga ko'ra $g = \frac{\lambda}{T}$ uchun $x = A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi l}{Tg}\right)$, bundan

$x = 2.5\text{ sm}$.

7. Tovushning po'latdagi tarqalish tezligini toping.

Berilgan: $E = 216\text{ GPa}$, $\rho = 7.7 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$

Topish kerak: $g - ?$

Yechilishi: (17) ga ko'ra to'lqinning tarqalish tezligi $g = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$, bundan

hisoblash natijasida $g = 5296\text{ m/s}$ kelib chiqadi.

Mustaqil yechish uchun masalalar:

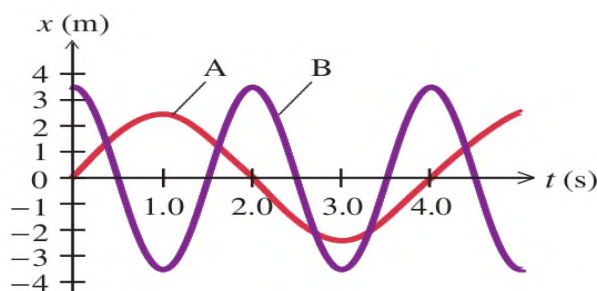
1. Agar 1 minutda 150 tebranish bo'lib, tebranishlarning boshlang'ich fazasi 45° ga teng va amplitudasi 5 sm bo'lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing. Shu harakat grafigini chizing.

$$(x = 5 \sin(5\pi t + \frac{\pi}{4}) \text{ sm}).$$

2. Garmonik tebranishlar amplitudasi 50 mm, davri 4 sekund va boshlang'ich fazasi $\pi/4$. 1) Mazkur tebranishning tenglamasini yozing. 2) $t=0$, $t=15s$ bo'lganda tebranayotgan nuqtaning muvozanat vaziyatdan siljishini toping. 3) Bu harakat grafigini chizing.

$$(1) x = 50 \sin(\frac{\pi}{2} t + \frac{\pi}{4}) \text{ mm}, \quad 2) x_1 = 35.2 \text{ mm}, \quad x_2 = 0).$$

3. Garmonik tebranayotgan nuqta harakat boshlanishidan qancha vaqt o'tgach muvozanat vaziyatdan yarim amplitudaga teng siljiydi? Tebranish davri 24 sekund, boshlang'ich fazasini nolga teng deb oling ($t = 2s$).
4. Garmonik tebranishning boshlang'ich fazasi nolga teng. Davrning qanday qismini o'tgach nuqtaning tezligi maksimal tezligining yarmiga teng bo'ladi? ($t = \frac{1}{6}T$).
5. $x = 7 \sin 0.5\pi t$ tenglama bo'yicha harakat qilayotgan nuqta harakat boshlanishidan qancha vaqt o'tgach muvozanat vaziyatidan maksimal siljishiga qadar yo'lni bosib o'tadi? (1 s dan so'ng).
6. 14.4-rasmda ikki xil tebranish grafigi keltirilgan. Garfikdan foydalanib A va B tebranishlar davri, chastotasi va amplitudasini toping.



14.4-rasm

7. Nuqtaning harakat tenglamasi $x = 2 \sin(\frac{\pi}{2} t + \frac{\pi}{4}) \text{ sm}$ ko'rinishida berilgan. 1) Tebranishlar davrini, 2) nuqtaning maksimal tezligini, 3) uning maksimal tezlanishini toping (1) $4s$, 2) $3.14 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, 3) $4.94 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$).
8. Nuqtaning harakat tenglamasi $x = \sin \frac{\pi}{6} t$ ko'rinishida berilgan. Maksimal tezlik va maksimal tezlanishlarga erishiladigan vaqt

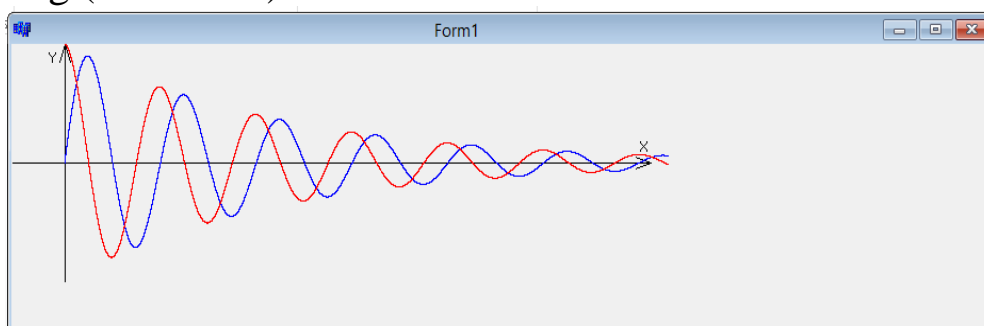
paytlarini toping ($t = 0, 6, 12, s, \dots$ da maksimal tezlikka, $t = 3, 9, 15, s, \dots$ da maksimal tezlanishlarga erishiladi).

9. Nuqta garmonik tebranadi. Tebranishlar davri 2 sekund, amplitudasi 50 mm, boshlang'ich fazasi nolga teng. Nuqtaning muvozanat vaziyatidan 25 mm ga siljigan paytdagi tezligi topilsin ($g = 0.136 m/s$).

10. Nuqtaning maksimal tezlanishi $49.3 sm/s^2$, tebranish davri 2 sekund va nuqtaning muvozanat vaziyatidan 25 mm ga siljigan paytdagi garmonik tebranishning harakat tenglamasini yozing.

$$(x = 5 \cdot 10^{-2} \sin(\pi t + \frac{\pi}{6}) m).$$

11. Borland C++ Builder6 dasturlash tili yordamida $y = e^{-0.005} \sin 4x$ va $y = e^{-0.005} \cos 4x$ so'nuvchi tebranma harakatlarni grafik ko'rinishda tasvirlang (14.5-rasm).



14.5-rasm

12. MathCAD dasturiy tizimida garmonik tebranma harakatlarni grafik ko'rinishini hosil qiling.

$$q(t) := e^{-0.05t} \sin(2t)$$

$$i(t) := \frac{d}{dt} q(t) \rightarrow -5 \cdot 10^{-2} \cdot \exp(-5 \cdot 10^{-2} \cdot t) \cdot \sin(2 \cdot t) + 2 \cdot \exp(-5 \cdot 10^{-2} \cdot t) \cdot \cos(2 \cdot t)$$

$$u(t) := \frac{d}{dt} i(t) \rightarrow -3.997500000000000000000000 \cdot \exp(-5.00000000000000000000 \cdot 10^{-2} \cdot t) \cdot \sin(2 \cdot t) - 2.00000000000000000000 \cdot \exp(-5.00000000000000000000 \cdot 10^{-2} \cdot t) \cdot \cos(2 \cdot t)$$

The figure shows the MathCAD interface for solving the problem. It includes the equations for $q(t)$, $i(t)$, and $u(t)$. Below the equations is a graph with three curves: a green solid curve representing $q(t)$, a blue dashed curve representing $i(t)$, and a red solid curve representing $u(t)$. The graph axes are labeled from -10 to 10. To the right of the graph are three windows: 'Math', 'Graph', and 'Calculator'. The 'Calculator' window shows standard mathematical functions and operators.

14.6-rasm

13. Garmonik tebranishning boshlang'ich fazasi nolga teng. Nuqta muvozanat vaziyatidan 2.4 sm siljiganda nuqtaning tezligi 3 sm/s bo'ladi. 2.8 sm siljiganda esa tezligi 2 sm/s bo'ladi. Shu tebranishning amplitudasi va davrini toping ($A = 3.1 \cdot 10^{-2} m$, $T = 4.1 s$).
14. Vaqtning 1) $t = \frac{T}{12} s$, 2) $t = \frac{T}{8} s$, 3) $t = \frac{T}{6} s$ paytlari uchun garmonik tebranayotgan nuqta kinetik energiyasining uning potensial energiyasiga bo'lgan nisbati nimaga teng? Tebranishning boshlang'ich fazasi nolga teng 1) $\frac{W_k}{W_p} = 3$; 2) $\frac{W_k}{W_p} = 1$; 3) $\frac{W_k}{W_p} = \frac{1}{3}$.
15. Nuqta muvozanat vaziyatidan siljishi: 1) $x = \frac{A}{4}$, 2) $x = \frac{A}{2}$, 3) $x = A$ ni tashkil qiladigan paytlar uchun garmonik tebranayotgan nuqta kinetik energiyasining uning potensial energiyasiga nisbati nimaga teng? A – amplituda (1) $\frac{W_k}{W_p} = 1.5$; 2) $\frac{W_k}{W_p} = 3$; 3) $\frac{W_k}{W_p} = 0$).
16. Garmonik tebranma harakatda bo'lgan jismning to'la energiyasi $3 \cdot 10^{-5} J$, jismga ta'sir etuvchi maksimal kuch $1.5 \cdot 10^{-3} N$ ga teng. Tebranish davri 2 sekund va boshlang'ich faza 60° bo'lsa, bu jismning harakat tenglamasini yozing ($x = 0.04 \sin(\pi t + \frac{\pi}{3}) m$).
17. Moddiy nuqtaning garmonik tebranishlar amplitudasi $A = 2 sm$, tebranishlarning to'la energiyasi $W = 3 \cdot 10^{-7} J$. Muvozanat vaziyatidan qancha siljiganda tebranayotgan nuqtaga $F = 2.25 \cdot 10^{-5} N$ kuch ta'sir etadi? ($x = \frac{FA^2}{2W} = 1.5 \cdot 10^{-2} m$).
18. Avtomobilning massasi $m = 1200 kg$ bo'lib har bir oyog'iga $300 kg$ massa tug'ri keladi. Avtomobil o'z yuki ta'sirida prujinasining siqilishi $3 sm$ ga teng bo'lsa bikrligini aniqlang ($k = \frac{F}{x} = 4.5 \cdot 10^2 m$).
19. Prujinaga $10 kG$ yuk osilgan. Prujina $1 kG$ kuch ta'sirida $1.5 sm$ cho'zilishi ma'lum bo'lsa, yukning vertikal tebranish davrini aniqlang ($0.78 s$).
20. Prujinaga yuk osilgan. Yuk tebranishining maksimal kinetik energiyasi $1 J$ ekanligi ma'lum bo'lsa, prujina deformatsiya koeffitsiyenti aniqlansin. Tebranish amplitudasi $5 sm$ ($k = 805 N/m$).
21. Prujinaga toshlar qo'yilgan tarozi pallas osilgan. Bunda vertikal tebranishlar davri $0.5 s$ ga teng. Pallaga qo'shimcha toshlar qo'yilganidan keyin vertikal tebranishlar davri $0.6 s$ bo'ladi. Shu qo'shimcha yuk tufayli prujina qanchaga cho'zilgan? ($\Delta l = 2.7 sm$).

22. Uzunligi 40 sm va radiusi 1 mm bo'lgan rezinka shnurga og'irligi $0.5kG$ tosh osilgan. Shu rezinkaning Yung moduli $0.3kG/mm^2$ ekanligi ma'lum bo'lsa, toshning vertikal tebranish davrini toping ($T = 0.93s$).
23. $\nu = 4Hz$ chastotali to'lqin $\vartheta = 6m/s$ tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa, uning to'lqin uzunligi bir-biridan $\Delta l = 50sm$ oraliqda yotgan ikki nuqtasining fazalar farqini toping ($A = 1.5m$, $\Delta\varphi = 120^\circ$).
24. Kamerton bilan suvda hosil qilingan to'lqin bir qirg'oqdan $s = 200m$ masofadagi ikkinchi qirg'oqqa $t = 125s$ da yetib keladi. Agar suv to'lqinining qirg'oqqa urilish chastotasi $\nu = 0.4Hz$ bo'lsa, uning to'lqin uzunligini toping ($\lambda = 4m$).
25. Davri $10^{-14}s$ ga teng tebranishning to'lqin uzunligini toping. Tebranishning tarqalish tezligi $3 \cdot 10^8 m/s$ ($\lambda = 3 \cdot 10^{-6} m$).
26. Chastotasi $\nu = 500Hz$ va amplitudasi $A = 0.25mm$ bo'lgan tovush havoda tarqalmoqda, to'lqin uzunligi $\lambda = 70sm$. 1) Tebranishning tarqalish tezligini 2) havo zarrachalarining maksimal tezligini toping.
(1) $350m/s$, 2) $0.785m/s$).
27. So'nmaydigan tebranish $x = 4\sin 600\pi sm$ tenglama ko'rinishida berilgan. Tebranish boshlangandan $0.01s$ o'tgandan keyin tebranishlar manbaidan $75sm$ masofada turuvchi nuqtaning muvozanat vaziyatdan siljishini toping. Tebranishning tarqalish tezligi $300m/s$, ($x = 0.04m$).
28. So'nmaydigan tebranish $x = \sin 2.5\pi sm$ tenglama ko'rinishida berilgan. Tebranish boshlangandan $t = 1s$ o'tgandan keyin tebranishlar manbaidan $20m$ masofadagi nuqtaning muvozanat vaziyatidan siljishini, tezligi va tezlanishini toping. Tebranish tarqalish tezligi $100m/s$, ($x = 0$, $\vartheta = 7.85 \cdot 10^{-2} m/s$, $a = 0$).
29. Tebranish manbaidan $10m$ va $16m$ masofadagi ikki nuqtaning tebranishining fazalar farqi qanchaga teng bo'ladi? Tebranish davri $0.04s$ va tarqalish tezligi $300m/s$ ($\Delta\varphi = \pi$ – nuqtalar qarama-qarshi fazada tebranadi).
30. To'lqin uzunligi $1m$ bo'lgan to'lqinda, bir-biridan $2m$ masofada turuvchi ikki nuqta tebranishi fazalarining farqini toping ($\Delta\varphi = 4\pi$ – nuqtalar birday fazada tebranadi).
31. Tebranish manbaidan $4sm$ masofadagi nuqta $t = \frac{T}{6}$ paytda muvozanat vaziyatidan yarim amplitudaga teng siljiydi. Yuguruvchi to'lqin uzunligini toping ($\lambda = 0.48m$).
32. Turg'un to'lqinning birinchi va to'rtinchi qavariqlari orasidagi masofa $15sm$ bo'lsa, tebranish to'lqin uzunligini aniqlang ($\lambda = 0.1m$).

33. Tovushning misdagi tarqalish tezligi topilsin. Misdagi Yung moduli $E = 11.8 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, misning zichligi $\rho = 8600 \text{ kg/m}^3$ ($g = 3700 \text{ m/s}$).
34. Tovushning kerosindagi tarqalish tezligi 1330 m/s , kerosinning siqilish koeffitsiyenti topilsin. Kerosin zichligi 800 kg/m^3 deb oling.
 $(\beta = \frac{1}{\rho g^2} = 7.1 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N})$.
35. Okeanning chuqurligi exolot yordamida o'lchangan. Agar tovush paydo bo'lgan paytdan unu qabul qilib olguncha $t = 5 \text{ s}$ vaqt o'tgan bo'lsa, okeanning chuqurligini toping. Tovushning okean suvida tarqalish tezligi $g = 1450 \text{ m/s}$ deb oling ($h = 36.5 \text{ m}$).
36. Cho'yanda tovushning tarqalish tezligini birinchi marta fransuz olimi Bio quyidagicha aniqlagan. Cho'yan bir uchida zang urildi, bunda quvurning ikkinchi uchidagi kuzatuvchiga ikkita tovush: dastlab cho'yan bo'ylab kelgan bir tovush, biro z vaqtdan keyin havo bo'ylab kelgan ikkinchi tovush eshitildi. Quvurning uzunligi $s = 930 \text{ m}$, yetib kelgan tovushlar vaqtining farqi $\Delta t = 2.5 \text{ s}$ bo'lsa, tovushning cho'yanda tarqalish tezligini toping. Tovushning havodagi tezligi $g = 340 \text{ m/s}$ ($g = 3925 \text{ m/s}$).
37. Tovush havodan suvga o'tgandauning to'lqin uzunligining necha marta kata bo'lishini aniqlang. Tovushning havodagi tezligi $g_0 = 340 \text{ m/s}$, suvda tarqalish tezligi esa $g = 1450 \text{ m/s}$, ($\frac{\lambda}{\lambda_0} = 4.26$).
38. Delphinning dengiz suvidagi tovushi tezligini hisoblang. Yung moduli $E = 2.0 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$, suv zichligi 1025 kg/m^3 . Tovush chastotasi $\nu = 10000 \text{ Hz}$ bo'lsa tovush to'lqin uzunligi nimaga teng bo'ladi?
 $(g = 1.4 \cdot 10^3 \text{ m/s}, \lambda = 14 \text{ mm})$.
39. Pianino simi uzunligi 1.10 m , massasi esa 9.0 g . Chastotasi 131 Hz bo'lgan tovush hosil qilish uchun pianino simiga qanday kuch bilan ta'sir qilish lozim? ($F_t = \mu g^2 = \frac{m}{l} g^2 = 679 \text{ N}$).
40. "Iya" tonining chastotasi $\nu = 435 \text{ Hz}$ ga mos kelgan, plastinkaning markazidan $r = 12 \text{ sm}$ masofada yozilgan tovush to'lqinining do'ngliklari orasidagi masofani toping. Plastinkaning aylanish chastotasi $\nu_0 = 33 \text{ ayl/min}$, ($l = 2\pi r \frac{\nu_0}{\nu} = 0.95 \text{ mm}$).
41. To'lqin massasi 15 kg , to'lqin uzunligi 0.3 m bo'lib 1000 N kuch ta'siri ostida 300 m masofa bosib o'tganligi ma'lum bo'lsa, to'lqin tezligi va chastotasini aniqlang ($g = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{Fl}{m}} = 140 \text{ m/s}$, $\nu = \frac{g}{\lambda} = 470 \text{ Hz}$).

42. Inson qulog'i eshitishi uchun kerak bo'ladigan eng kichik tovush intensivligi $I_0 = 1.0 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$ bo'lib tovush balandligi $\beta = 75 \text{ Db}$ bo'lsa havodagi tovush intensivligini aniqlang ($I = I_0 \cdot 10^{\beta/10} = 3.2 \cdot 10^{-5} \text{ W/m}^2$).

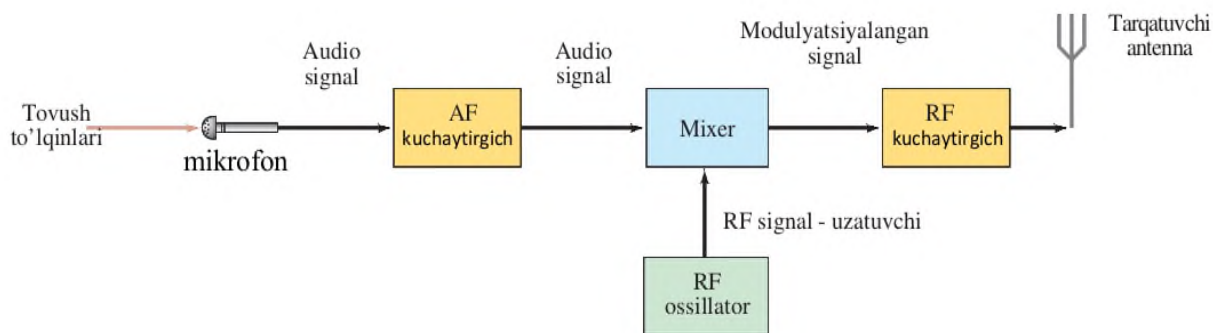
§15. Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar



Ma'lumki elektromagnit induksiya hodisasiga ko'ra magnit maydonning o'zgarishi uyurmaviy elektr maydonni hosil qiladi. O'z navbatida, elektr maydonning o'zgarishi magnit maydon vujudga kelishiga sabab bo'ladi. Ingliz olimi Maksvell bir necha qonunlarni umumlashtirib fazoda mavjud bo'lgan elektr maydon magnit maydonga va hosil bo'lgan magnit maydon elektr maydonga aylanib turishi va bu almashtirish fazo bo'ylab tarqalishini isbotladi.

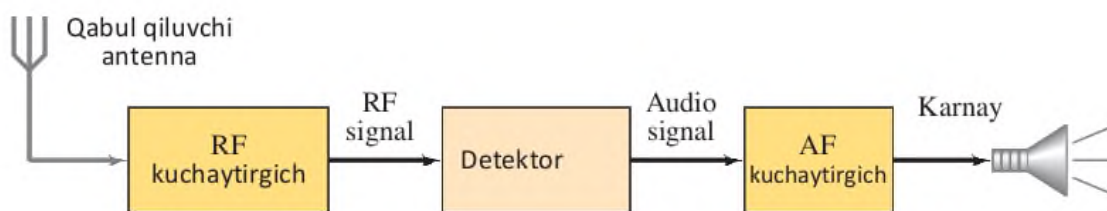
Demak, o'zaro bir-biri bilan bog'liq bo'lgan va bir-biriga aylanib turuvchi elektr va magnit maydonlardan iborat maydon elektromagnit maydon deyiladi.

Maksvell elektr va magnit maydonlar biri ikkinchisi bilan almashinib turishi fazoning faqat bir qismida sodir bo'lmay balki yorug'lik tezligiga teng tezlik bilan fazoda tarqalishini kashf etdi. Shunday qilib fazoda o'zgaruvchan elektromagnit maydonning tarqalishi elektromagnit to'lqinlar deyiladi. Elektromagnit to'lqinlar yuzaga kelishi uchun zanjirda tebranish konturi bo'lishi kerak. Bunda elektr maydon kondensator plastinkalari orasida, magnit maydon induktiv g'altak ichida va uning atrofida to'planadi. Elektromagnit tebranishni tashqi muhitga chiqarib uni fazoda tarqatish uchun ya'ni elektromagnit to'lqinlarni yuzaga keltirish uchun konturdagi kondensator plastinkalarini bir-biridan uzoqlashtirish kerak bo'ladi. Natijada ochiq kontur hosil bo'ladi. Bunday ochiq kontur yoki to'g'ri o'tkazgich fazoga elektromagnit to'lqinlar tarqatadi. 15.1-rasmda elektromagnit to'lqinlarni tarqatish sxematik ko'rinishi tasvirlangan.



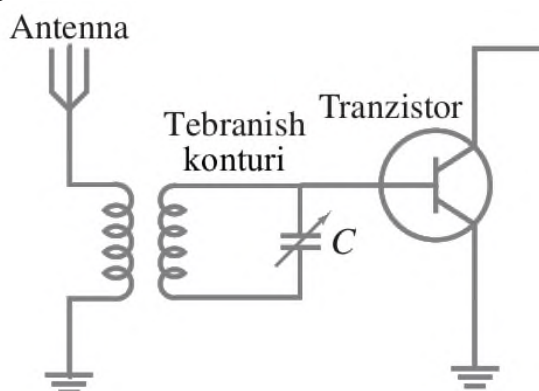
15.1-rasm

Fazoda hosil bo'lgan elektromagnit tolqinni qabul qiluvchi qurilma esa **rezonator** deyiladi (15.2-rasm).



15.2-rasm

Rezonatorlarda majburiy elektromagnit tebranish yuzaga keladi, uning chastotasi tashqaridan kelayotgan elektromagnit tebranish chastotasiga tenglashganda rezonans hosil bo'ladi. Elektromagnit to'liqlarni bunday usulda tarqatish yoki qabul qilishni dastlab Gers tajribada amalgam oshirgan. Unga ko'ra rezonans ro'y berganda rezonator sharchalari orasida uchqun paydo bo'ladi. Ushbular asosida radio kashf etilgan bo'lib unga kora dastlab tovush elektromagnit to'lqinga aylantiriladi, qabul qilgich esa uni qabul qilib yana tovush to'lqiniga aylantiradi. Eng sodda radio qabul qilgich sxemasi quyidagicha keltirilgan:



15.3-rasm

Amaliy mashg'ulotning maqsadi shunday qabul qilgichlarni yig'ishdan iborat.

- Elektromagnit tebranish konturining tebranish davri quyidagicha:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}} \quad (1)$$

Bunda L – konturning induktivkigi, C – kondensatorning sig'imi. Agar kontur qarshiligi R yetarlicha kichik bo'lsa u holda

$$\left(\frac{R}{2L}\right)^2 \ll \frac{1}{LC}$$

bo'lganligi uchun (1) dan quyidagi aormula kelib chiqadi:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (2)$$

Bu formula Tomson formulasi deyiladi.

- Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra konturdagi kondensator qoplamalari orasidagi maksimal elektr maydon energiyasi g'altakdagi maksimal magnet maydon energiyasiga aylanadi ya'ni:

$$\frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = const \quad (3)$$

$$\text{yoki } w_t = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \quad (3')$$

bu yerda tok $i = I_0 \cos \omega t$ va kuchlanish $u = U_0 \sin \omega t$ qonunga muvofiq o'zgaradi.

- So'nuvchi elektromagnet tebranish hosil qilayotgan konturdagi kondensator plastinkalari orasidagi potentsiallar farqi quyidagicha:

$$U = U_0 e^{-\delta t} \cos \omega t \quad (4)$$

bunda $\delta = \frac{R}{2L}$ – so'nish koeffitsiyenti bo'lib u nolga teng bo'lsa u holda tebranish so'nmaydigan erkin tebranish deyiladi va

$$U = U_0 \cos \omega t \quad (5)$$

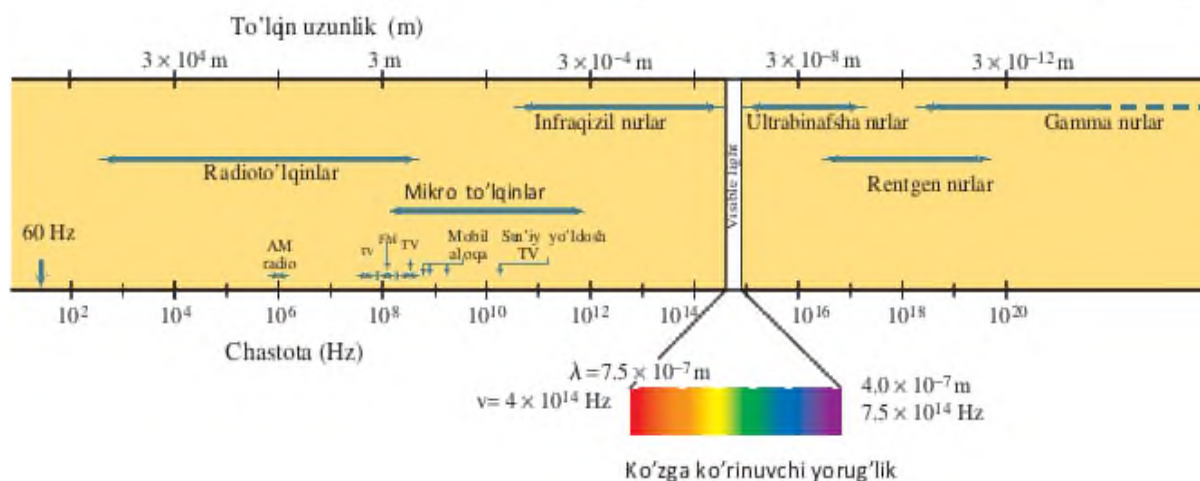
agar t vaqt $U = 0$ dan boshlansa

$$U = U_0 \sin \omega t \quad (6)$$

- Elektromagnet to'lqinning uzunligi $\lambda = cT$ (7), bunda c – elektromagnet to'lqinning tezligi $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
- Elektromagnet to'lqinning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi ε va nisbiy magnet singdiruvchanligi μ bo'lgan muhitdagi tarqalish tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$g = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$$

- Elektrtomagnet to'lqinlar shkalasi:



15.4-rasm

Masala yechish namunalari

1. Radioning tebranish konturi $C = 200\text{pF}$ sig'imli yassi kondensator va induktivligi $L = 5 \cdot 10^{-3}\text{H}$ bo'lgan g'altakdan tuzilgan. Shu radio qanday to'lqin uzunligiga moslashgan?

Berilgan: $C = 200\text{pF} = 200 \cdot 10^{-12}\text{F}$, $L = 5 \cdot 10^{-3}\text{H}$

Topish kerak: $\lambda - ?$

Yechilishi: (2) formulaga ko'ra $T = 2\pi\sqrt{LC}$, ikkinchi tomondan ma'lumki $\lambda = cT$, bunda c – elektromagnit to'lqinning tezligi $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$. Bu ikkala formulani birgalikda yechsak: $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = 2 \cdot 10^3\text{m}$ ga teng bo'ladi.

2. Induktivligi $L = 3 \cdot 10^{-5}\text{H}$ bo'lgan g'altak plastikalarining sathi $S = 10\text{sm}^2$ va ular oraliqlari $d = 0.1\text{mm}$ bo'lgan yassi kondensatorga ulangan. Agar kontur 750m uzunlikdagi to'lqinga rezonanslashsa, plastinkalar oralig'ini to'ldiruvchi muhitning dielektrik singdiruvchanligi nimaga teng?

Berilgan: $L = 30\text{mkH}$, $S = 0.01\text{m}^2$, $d = 0.1\text{mm}$, $\lambda = 750\text{m}$

Topish kerak: $\varepsilon - ?$

Yechilishi: Biz bilamizki yassi kondensator sig'imi quyidagiga teng:

$$S = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}, \text{ yuqoridagi masalaning yechilishidan ma'lumki } \lambda = 2\pi c\sqrt{LC},$$

bundan tenglikning ikkala tomonini kvadratga oshirsak $\lambda^2 = 4\pi^2 c^2 LC$.

Yassi kondensatorning sig'imi uchun yozilgan yuqoridagi tenglamani

$$\text{ta'sir ettirsak } \lambda^2 = 4\pi^2 c^2 LC \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}, \text{ bundan } \varepsilon \text{ ni topsak } \varepsilon = \frac{\lambda^2 d}{4\pi^2 c^2 LS\varepsilon_0}.$$

Masala shartidan va $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\text{F/m}$ ekanligidan $\varepsilon = 6$.

3. Tebranish konturidagi tok kuchining vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasi quyidagi ko'rinishda berilgan: $I = -0.02 \sin 400\pi t$ A. Konturning induktivligi $1 H$.

1) Tebranish davri, 2) kontur sig'imi, 3) kondensator qoplamalaridagi maksimal potentsiallar ayirmasi, 4) magnit maydonning maksimal energiyasi, 5) elektr maydonning maksimal energiyasi topilsin.

Berilgan: $I = -0.02 \sin 400\pi t$, $L = 1 H$

Topish kerak: $T - ?$, $C - ?$, $U_m - ?$, $W_m - ?$, $W_e - ?$

Yechilishi: Masala shartiga ko'ra: $I = -0.02 \sin 400\pi t$ (1). Zanjirdagi tokning vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniga ko'ra $I = C \frac{dU}{dt} = -CU_0 \frac{2\pi}{T} \sin \frac{2\pi}{T} t$ (2).

Ushbu tenglamalarni taqqoslasak $T = 5 ms$ kelib chiqadi, ikkinchi tomondan Tomson formulasiga ko'ra: $T = 2\pi \sqrt{LC}$ dan $C = \frac{T^2}{4\pi^2 L} = 0.63 mkF$.

(1) formuladan ko'rinadiki agar $\sin 400\pi t = 1$ bo'lgandagi tok eng katta qiymatga erishadi, ya'ni $I_{\max} = 0.02 A$. U holda magnit maydonning maksimal energiyasi $W_m = \frac{LI_{\max}^2}{2} = 0.2 mJ$.

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra (3) formuladan $W_e = W_m = \frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} = 0.2 mJ$. Javoblar: $T = 5 ms$, $C = 0.63 mkF$, $W_m = 0.2 mJ$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Tebranish konturi $800 CGC_c$ sig'imli kondensator hamda $2 \cdot 10^{-3} H$ induktivlikka ega g'altakdan iborat. Kontur qanday to'lqin uzunlikka sozlangan? Kontur qarshiligi hisobga olinmasin $1 CGC_c = 1/c^2 \cdot 10^9 F$.

($\lambda = 2500 m$).

2. Induktivligi $2 \cdot 10^{-3} H$, sig'imi 62 dan 480 CGC_c gacha o'zgaradigan tebranish konturini qanday to'lqin diapozonga sozlash mumkin? Kontur qarshiligi juda kichik ($700 m \div 1950 m$).

3. $2 mkF$ sig'imda $1000 Hz$ tovush chastotasini olish uchun tebranish konturiga qanday induktivlik ulash kerak? Kontur qarshiligi hisobga olinmasin ($L = 12.7 mH$).

4. Tebranish konturi $0.2 mkF$ sig'imli kondensator va $5.07 \cdot 10^{-3} H$ induktiv g'altakdan iborat. 1) Kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasi qanday so'nish logarifmik dekrementida $10^{-3} s$ ichida uch baravar kamayib ketadi. 2) bunda kontur qarshiligi qanchaga teng?

(1) $T = 2 ms$, 2) $R = 11.1 \Omega$)

5. Tebranish konturi $10^{-2}H$ induktivlik, $0.405mkF$ sig'im va 2Ω qarshilikdan iborat. Bir davrda kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasi necha marta kamayishi topilsin (1.04 marta)
6. Tebranish konturi $1.1 \cdot 10^{-9}F$ sig'imga va $5mH$ induktivlikka ega. So'nish logarifmik dekrementi 0.005 ga teng. So'nish tufayli konturning 99% energiyasi qancha vaqtda yo'qoladi? ($6.8 \cdot 10^{-3}s$).
7. Agar tebranish konturi kondensatorining qoplamalaridagi maksimal zaryad $q_0 = 2.5 \cdot 10^{-8}C$, konturdan o'tayotgan maksimal tok $I_0 = 31.4mA$ bo'lsa, konturdagi elektromagnit tebranishlar chastotasini toping. Agar konturning induktivligi $L = 2 \cdot 10^{-7}H$ ga teng bo'lsa, konturdagi kondensator sig'imi nimaga teng bo'ladi? ($\nu = 200kHz$, $C = 3.2 mkF$).
8. Tebranish konturi $0.025mkF$ sig'imli konturdan hamda $1.015H$ induktivlikka ega g'altakdan iborat. Zanjirning qarshiligini hisobga olmaymiz. Kondensator $2.5 \cdot 10^{-6}C$ elektr miqdori bilan zaryadlangan.
- 1) Bu tebranma kontur uchun kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining (sonli koeffitsiyentlar bilan) va zanjirdagi tok kuchining vaqtga bog'liq ravishda o'zgarish tenglamasi yozilsin.
 - 2) $\frac{T}{8}$, $\frac{T}{4}$ va $\frac{T}{2}s$ ga teng vaqtdagi kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining qiymati va zanjirdagi tok kuchi topilsin.
 - 3) bir davr chegarada bu bog'lanishlarning grafiklarini chizing.
- (1) $U = 100\cos(2\pi \cdot 10^3 t) V$, $I = -15.7 \sin(2\pi \cdot 10^3 t) mA$, 2) $U_1 = 70.7 V$,
 $I_1 = -11.1 mA$, $U_2 = 0$, $I_2 = -15.7 mA$, $U_3 = 100V$, $I_3 = 0$).
9. Tebranish konturi kondensatori qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining vaqtga qarab o'zgarish tenglamasi $U = 50\cos 10^4 \pi t V$ ko'rinishga ega. Kondensatorning sig'imi $10^{-7}F$ ga teng. 1) Tebranish davri, 2) kontur induktivligi, 3) vaqt bo'yicha zanjirdagi tok kuchining o'zgarish qonuni, 4) shu konturga muvofiq keluvchi to'lqin uzunligini toping.
- (1) $T = 2 \cdot 10^{-4}s$, 2) $L = 10.15mH$, 3) $I = -157 \sin 10^4 \pi t mA$, 4) $\lambda = 600m$).
10. Radiolokator $\lambda = 20sm$ li to'lqin uzunlikda $n = 5000 \frac{1}{s}$ impuls chiqaradi. Agar impulsning davomiyligi $\tau = 2mks$ bo'lsa, har bir impulsdagi tebranishlar soni va radiolokatorning ta'sir masofasini toping.
- ($N = 3000$, $S = 30km$).
11. Radiolokator $\lambda = 15sm$ li to'lqin uzunlikda ishlab, har bir sekunda $n = 4000 \frac{1}{s}$ impuls chiqaradi. Agar impulsning davomiyligi $\tau = 0.2 mks$

bo'lsa, har bir impulsda joylashgan ultraqisqa to'lqinlar soni va radiolokator ta'sir masofasini toping ($n = \frac{\tau}{T} = 40$, $S = \frac{g}{2n} = 37.5km$).

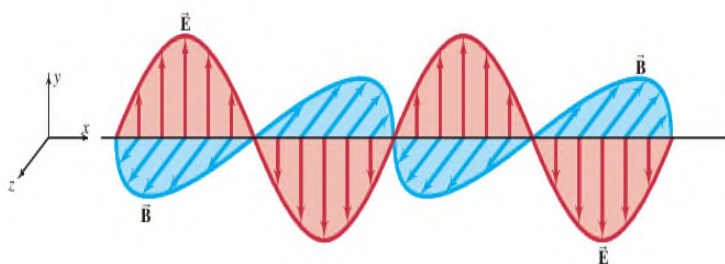
12. Agar radiolokatorning ta'sir masofasi $S = 25km$ bo'lsa, impulsning maksimal chastotasini toping ($\nu = \frac{c}{2S} = 6000\frac{1}{s}$).

13. Uzatuvchi qurilma $\lambda = 25m$ to'lqin uzunlikda ishlaydigan radiostansiya chastotasi $\nu_T = 400Hz$ bo'lgan tovush signalini uzatsa, tovush tebranishining bir davriga joylashgan yuqori chastotali elektromagnit tebranishlar sonini toping ($n = \frac{\lambda_T}{\lambda} = \frac{c}{\lambda \nu_T}$).

14. Televizion eshittirishni eltuvchi ultraqisqa to'lqinning chastotasi $\nu = 50MHz$ bo'lib, $t = 40ms$ davomida tasvirning $N = 50000$ elementini uzatadi. Impulsdan iborat bo'lgan har bir tasvir elementga joylashgan ultraqisqa to'lqinlar sonini toping ($n = \frac{\tau}{T} = \frac{t/N}{1/\nu} = 40$).

15. $t = \frac{T}{8} s$ vaqt payti uchun tebranish konturi magnit maydon energiyasining elektr maydon energiyasiga nisbatini toping ($\frac{W_m}{W_e} = 1$).

16. Quyoshdan Yerga kelayotgan radiatsion nurlar intensivligi $I = 1350W/m^2$. Elektromagnit to'lqinlarning E va B lar qiymatlarini hisoblang (15.5-rasm). ($E_0 = \sqrt{\frac{2I}{\epsilon_0 c}} = 1.01 \cdot 10^3 V/m$, $B_0 = \frac{E_0}{c} = 3.37 \cdot 10^{-6} Tl$).



15.5-rasm

17. Uzunligi $l = 50sm$ va ko'ndalang kesimining yuzi $S = 10sm^2$ bo'lgan g'altak $\nu = 50Hz$ chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. G'altakning o'ramlar soni $N = 3000$. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60° bo'lsa, g'altak aktiv qarshiligini toping ($R = 4.1\Omega$).

18. Elektr doimiysi ($\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$) va magnit doimiysi

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot s^2}{C^2}$ ni bilgan holda elektromagnit to'lqinlarning vakuumdagi tezligini hisoblang ($c = 3 \cdot 10^8 m/s$).

19. Chastotasi $\nu = 75 \text{ MHz}$ bo'lgan elektromagnit to'liqning gletsirinda tarqalish tezligi va to'liq uzunligini toping. Gletsirinning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon = 39$ ga teng ($\varrho = 0.43 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $\lambda = 57 \text{ sm}$).
20. Muhitdagi elektromagnit to'liq tezligini hisoblash formulasini keltirib chiqaring ($\varrho = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$).
21. So'navchi elektromagnit tebranishlarni MATLAB, MathCAD, Maple dasturiy tizimlarida va C++, Dev C++, Turbo Pascal, Borland C++Builder6, Borland Delphi7 kabi dasturlash tillarida grafiklarini hosil qiling. So'nishning logarifmik dekrementini o'zgartiring va grafiklarni taqqoslang.
22. 15.4-rasmdan foydalanib radioto'liq va mikroto'liqlar uchun (AM, FM, TV, mobil aloqa) to'liq uzunliklari va chastotalarni hisoblang.
23. Tebranish konturining ishlash prinsipi va ahamiyatini tushintiring.
24. Elektromagnit to'liqlarni hosil qilish va Gers vibratorining ishlash prinsipini tushintiring.



§16. Geometrik optika

- Yorug'lik nurining qaytish qonuniga ko'ra ikki muhit chegarasiga tushgan nur va nur tushgan nuqtadan chegaraga o'tkazilgan perpendikulyar bitta tekislikda yotadi va tushish burchagi α qaytish burchagi α' ga tengdir.

$$\alpha = \alpha' \quad (1)$$

- Yorug'lik nuri bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda esa yorug'lik nurining sinish qonuni o'rinli bo'ladi.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{\varrho_1}{\varrho_2} \quad (2)$$

bunda α – tushish burchagi, β – sinish burchagi, n – ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi, ϱ_1 va ϱ_2 – mos holda birinchi va ikkinchi muhitlarda yorug'lik nurining tarqalish tezliklari.

- Sferik ko'zguning optik kuchi quyidagiga teng:

$$D = \frac{1}{F} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \quad (3)$$

- Sferik ko'zguning fokus masofasi: $F = \pm \frac{R}{2}$ (3')

bunda f – ko'zgudan tasvirgacha masofa, d – buyumdan ko'zbugacha bo'lgan masofa, R – ko'zguning egrilik radiusi, F – uning fokus masofasi.

- Bir jinsli muhitda yupqa linzaning optik kuchi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} = D = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad (4)$$

R_1 va R_2 lar linza sirtlarining egrilik radiuslari.

(3) va (4) formulalardan masala yechishda foydalanilayotganda shuni nazarda tutish kerakki, agar hisoblanayotgan masofa ko'zgudan yoki linzadan nur yo'nalishi bo'yicha hisoblansa musbat, nurga qarshi yo'nalishda hisoblansa manfiy deb olinadi.

- O'zaro biror α burchak ostida tutashtirilgan ikkita ko'zgu orasidagi buyumning tasvirlari soni:

$$n = \frac{2\pi}{\alpha} \quad (5)$$

- Linzaning yoki ko'zguning chiziqli kattalashtirishi quyidagicha:

$$k = \frac{y'}{y} = \frac{f}{d} \quad (6)$$

bu yerda y – jismning balandligi, y' – tasvirning balandligi.

- Lupaning kattalashtirishi:

$$k = \frac{L}{F} \quad (7)$$

formula orqali aniqlanadi. Bunda $L = 25 \text{ sm}$ – inson ko'zining eng yaxshi ko'rish masofasi, F – lupaning fokus masofasi.

- Mikroskopning kattalashtirishi:

$$k = LdD_1D_2 \quad (8)$$

bunda d – ob'ektiv okulyarning fokus masofalari oralig'i, D_1, D_2 – mos holda ob'ektiv va okulyarning optik kuchlari.

- Teleskop ko'rish trubasining kattalashtirishi:

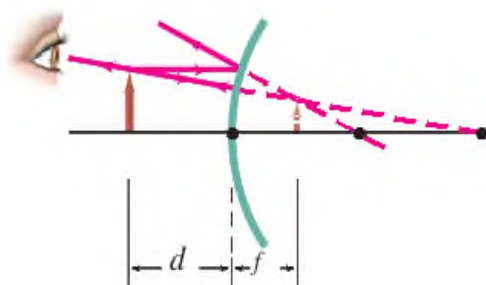
$$k = \frac{F_1}{F_2} \quad (9)$$

F_1 va F_2 – ob'ektiv va okulyarning fokus masofalari.

Yechilishi: Yupqa linzaning formulasiga (4) ko'ra $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} = D = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$, masala shartiga ko'ra $R_1 = R_2$ bo'lgani uchun $D = (n-1)\frac{2}{R} = 2dptr$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

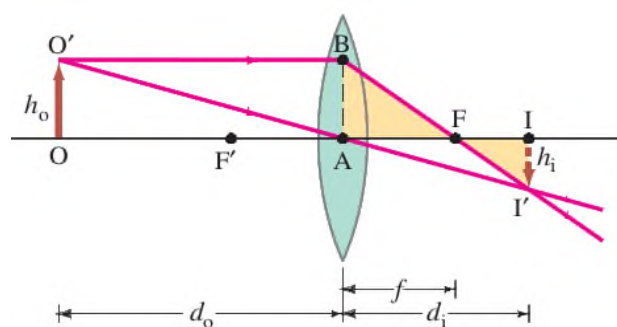
1. Agar buyum egrilik radiusi $40sm$ bo'lgan qavariq sferik ko'zgudan $30sm$ uzoqlikda joylashtirilgan bo'lsa, ko'zgudagi buyumning tasviri qanday masofada hosil bo'ladi? (16.2-rasm) Buyum $2sm$ kattalikda bo'lsa, tasvirning kattaligi qanday bo'ladi? Hisoblash millimetrli qog'ozda grafik yo'l bilan tekshiring.



16.2-rasm

- ($a_2 = 0.12m$, $y' = -8mm$. Tasvir mavhum, to'g'ri, kichraygan).
2. Qavariq sferik ko'zguning egrilik radiusi $60sm$. Ko'zgudan $10sm$ uzoqlikda balandligi $2sm$ keladigan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi chizilsin. ($a_2 = 7.5sm$, $y' = -1.5mm$. Tasvir mavhum, to'g'ri, kichraygan).
 3. Buyumning botiq ko'zgudagi tasviri uning o'z kattaligidan ikki marta katta. Buyum bilan tasvir o'rtasidagi masofa $15sm$. Ko'zguning: 1) fokus masofasi va 2) optik kuchi aniqlansin. (1) $F = -10sm$; 2) $D = -10dptr$).
 4. Yorug'lik sindirish ko'rsatkichi n bo'lgan jismga i burchak bilan tushadi. Qaytgan nur singan nurga perpendikulyar bo'lishi uchun i va n o'zaro qanday bog'lanishi kerak? ($tgi = n$).
 5. Suv quyilgan stakan ustiga qalin shisha plastinka qo'yilgan. Suv bilan shishaning bo'linish sirtidan to'la ichki qaytish ro'y berishi uchun yorug'lik nuri plastinkaga qanday burchak bilan tushishi kerak? Shishaning sindirish ko'rsatkichi 1.5 , ($\sin r = n_2 = 1.33$).
 6. Ba'zi bir shisha navlarining qizil va binafsha nurlar uchun sindirish ko'rsatkichi 1.51 va 1.53 ga teng. Bu nurlar shisha-havo chegarasiga tushganda to'la ichki qaytish limit burchagi topilsin. ($\varphi_q = 41^{\circ}28'$, $\varphi_b = 40^{\circ}49'$).
 7. Ba'zi bir monoxromatik nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1.6 ga teng. Nur prizmadan chiqayotganda to'la ichki qaytish ro'y bermasligi uchun bu nurning prizмага eng katta tushish

- burchagi qanday bolishi kerak? Prizmaning sindirish burchagi 45° ga teng (10^8).
- Yorug'lik dastasi teng yonli prizmaning yon sirti bo'ylab sirpanadi. Prizmaning chegara sindirish burchagi qancha bo'lganda singan nurlar ikkinchi yon sirtida to'la ichki qaytadi? Mazkur nurlar uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1.6, ($77^\circ 22'$).
 - Natriyning sariq chizig'i uchun ($\lambda = 5.89 \cdot 10^{-7} m$) kvarts linzaning bosh fokus masofasi $16 sm$ bo'lsa, simob spektri ultrabinafsha chizig'i uchun ($\lambda = 2.59 \cdot 10^{-7} m$) kvarts linzaning bosh fokus masofasi topilsin. Ko'rsatilgan to'lqin uzunliklari uchun kvartsning sindirish ko'rsatkichi mos holda 1.504 va 1.458 ($F = 0.146 m$).
 - Optik kuchi 10 dioptriya bo'lgan ikki yoqlama qavariq linzadan $15 sm$ masofada, optik o'qqa perpendikulyar qilib balandligi $2 sm$ keladigan buyum qo'yilgan (16.3-rasm). Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasini chizing ($a = 0.3 m, y = 4 sm$).

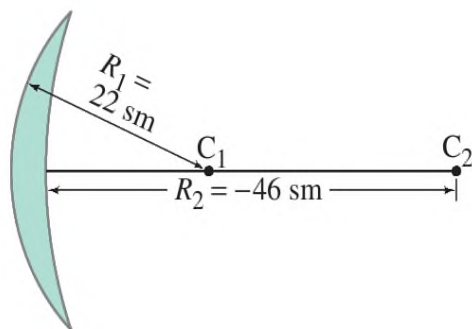


16.3-rasm

- Linzaning havodagi fokus masofasi $20 sm$ bo'lsa, linza suvga botirilgandagi fokus masofasini toping. Linza yasalgan shishaning sindirish ko'rsatkichi 1.6, ($F = 0.59 m$).
- Egrilik radiuslari $R_1 = R_2 = 8 sm$ bo'lgan flintglasdan qilingan ikki yoqlama qavariq linzaning bo'ylama xromatik abberatsiyasi topilsin. Flintglasning qizil nur ($\lambda_1 = 7.6 \cdot 10^{-5} sm$) uchun sindirish ko'rsatkichi 1.5 va binafsha nur ($\lambda_2 = 4.3 \cdot 10^{-5} sm$) uchun sindirish ko'rsatkichi $n = 1.8$, ($F_q - F_b = 3 sm$).
- Fokus masofasi $2 sm$ ga teng lupaning: 1) eng aniq ko'rish uzoqligi $25 sm$ bo'lgan normal ko'z uchun va 2) eng aniq ko'rish uzoqligi $15 sm$ bo'lgan yaqinni ko'rar ko'z uchun kattalashtirishi topilsin. (1)12.5; 2)7.5
- Lupa normal ko'z uchun $k = 10$ marta kattalashtirishi uchun lupani chegaralovchi sirtlarning egrilik radiuslari ($R_1 = R_2$) qanchaga teng bo'lishi kerak? Lupa yasalgan shishaning sindirish ko'rsatkichi $n = 1.5$, ($R_1 = R_2 = 25 mm$).
- Yuzi $2 \times 2 m$ bo'lgan surat undan $4.5 m$ uzoqlikka qo'yilgan fotoapparat bilan suratga olinmoqda. Tasvir $5 \times 5 sm$ o'lchamda hosil bo'lgan,

apparat ob'ektivining fokus masofasi qancha bo'lgan? Suratdan ob'ektivgacha bo'lgan masofani ob'ektivning fokus masofasiga nisbatan katta deb hisoblang ($F = 0.112 m$).

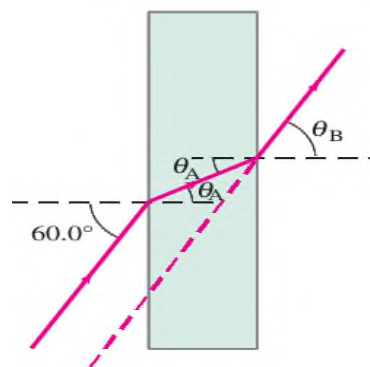
16. Egrilik radiuslari bir xil va sindirish ko'rsatkichi $n = 1.5$ bo'lgan ikki yoqlama qavariq linzaning bosh fokuslari egrilik markazlarida yotishini isbotlang.



17. Egrilik radiuslari $R_1 = 22 \text{ cm}$ va $R_2 = -46 \text{ cm}$ bo'lgan qavariq-botiqlik linzaning fokus masofasini toping (16.4-rasm), ($F = 0.84 \text{ m}$).

16.4-rasm

18. Yorug'lik nuri havodan shishadan yasalgan yupqa yassi parallel plastinka sirtiga $\alpha = 60^\circ$ burchak ostida tushmoqda (16.5-rasm). Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n = 1.5$ ekanligini bilgan holda shisha ichidagi sinish va plastinkadan chiqishdagi sinish burchaklarini toping ($\theta_A = 35.3^\circ$, $\theta_B = 60^\circ$).



16.5-rasm

19. Absolyut sindirish ko'rsatkichi $n = 1.5$ bo'lgan shishadan yasalgan, egrilik radiuslari $R = 0.5 \text{ m}$ dan kata bo'lgan ikki yoqlama qavariqlik linza lipa sifatida ishlatilmoqda. Normal ko'rish masofasi $L_0 = 25 \text{ m}$ ga moslashgan akkomodatsiyalangan ko'z uchun lupaning kattalashtirishini toping ($k = \frac{2(n-1)L_0}{R} = 50 \text{ marta}$).

20. Proyeksiyada apparat ob'ektivining optik kuchi $D = 8 \text{ dptr}$, ob'ektivdan ekrangacha bo'lgan masofa esa $f = 7 \text{ m}$ bo'lsa, proyeksion apparatning kattalashtirishini toping. Agar diopozitivdagi rasmning balandligi $h = 36 \text{ mm}$ bo'lsa, ekranda hosil bo'lgan tasvirining balandligi nimaga teng bo'ladi? ($k = 41$, $h = 1.476$).

21. Mikroskop ob'ektivining fokus masofasi $F_1 = 5 \text{ mm}$, ob'ektiv bilan okulyar orasidagi masofa esa $l = 16 \text{ cm}$. Agar mikroskop kattalashtirishi $k = 2000$ bo'lsa, uning okulyarining kattalashtirishi nimaga teng bo'ladi? ($k_2 = \frac{L_0 + kF_1}{l - F_1} = 8$).

22. Mikroskop ob'ektivining fokus masofasi $F_1 = 3 \text{ mm}$, tubusining uzunligi ob'ektivning orqa fokusidan okulyarning old fokusigacha bo'lgan masofa $\delta = 15 \text{ sm}$ bo'lib, mikroskopning kattalashtirishi $k = 2500$. Mikroskop okulyarining fokus masofasini toping.

$$(F_2 = \frac{\delta}{F_1} \frac{L_0}{k} = 5 \text{ mm}).$$

23. $d = 5 \text{ km}$ balandlikdan uchib borayotgan samolyotdan ob'ektning rasmini $H : h = 1 : 20000$ masshtabda olish uchun ishlatiladigan ob'ektivining bosh fokus masofasi qanday bo'ladi?

$$(F = \frac{d}{h/H + 1} = 25 \text{ sm}).$$

24. Ko'zning akkomodatsiya chegaralari $d_1 = 16 \text{ sm}$ va $d_2 = 80 \text{ sm}$ bo'lgan yaqinni ko'ruvchi odam ko'zoynagi bilan uzoqdagi buyumlarni juda yaxshi ko'ra oladi. U shu ko'zoynagi bilan kitobni ko'zini zo'riqtirmasdan o'qiy oladigan kitobgacha bo'lgan eng qisqa masofa masofa d_1' ni toping ($d_1' = \frac{d_1 d_2}{d_2 - d_1} = 20 \text{ sm}$).



§17. To'lqin optikasi

- O'zaro parallel ikkita kogerent yorug'lik manbalarining ekranda hosil qilgan interferensiyalarining qo'shni maksimumlari oralig'i interferensiyon polosalar orasidagi masofa deb yuritiladi, qo'shni minimumlari orasidagi masofa esa interferensiyon polosaning eni deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$l = \frac{L}{d} \lambda \quad (1)$$

bunda L – yorug'lik manбайдan ekrangacha masofa, λ – to'lqin uzunligi, d – to'lqinlarning bir-biridan kechikish masofasi.

- Yassi parallel plastinkadan o'tuvchi yorug'lik to'lqini uchun interferensiyaning kuchayish sharti

$$2hncos\beta = 2k\frac{\lambda}{2}, (n = 0,1,2,3,...) \quad (2)$$

intenerensiyaning sharti susayish sharti esa:

$$2hncos\beta = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}, (n = 0,1,2,3,...) \quad (3)$$

bunda β – sinish burchagi, h – plastinka qalinligi, n – plastinkaning nur sindirish ko'rsatkichi. Qaytgan yorug'likda esa aksincha hisoblanadi.

- Nyuton halqalari(1-rasm)da qaytgan yorug'lik to'lqini uchun intenerensiyaning kuchayish sharti o'tgan yorug'lik to'lqini uchun susayish sharti bo'ladi va halqaning radiusi quyidagicha bo'ladi:

$$r_k = \sqrt{(2k - 1)R\frac{\lambda}{2}}, \text{ muhitda } r_k = \sqrt{(2k - 1)R\frac{\lambda}{2n}} \quad (4)$$

- Aksincha o'tgan yorug'lik to'lqini uchun intenerensiyaning kuchayish sharti esa qaytgan yorug'lik to'lqini uchun susayish sharti hisoblanadi. Bu holda halqaning radiusi quyidagisha bo'ladi:

$$r_k = \sqrt{kR\lambda}, \text{ muhitda } r_k = \sqrt{kR\frac{\lambda}{n}} \quad (5)$$

bunda λ – to'lqin uzunligi, R – linzaning egrilik radiusi.

- Tirqish difraksiyasida minimumlarning vaziyati quyidagi shartdan aniqlanadi:

$$a \sin\varphi = k\lambda \quad (k = 1,2,.....) \quad (6)$$

bunda a – tirqish kengligi λ to'lqin uzunligi φ difraksiya burchagi.

- Monoxromatik nurlar dastasi difraksion panjaraga normal tushganda hosil bo'lgan difraksion spektrlarining vaziyati quyidagi shartdan aniqlanadi:

$$d \sin\varphi = k\lambda \quad (k = 0,1,2,3,.....) \quad (7)$$

bunda d – panjara doimiysi bo'lib, panjaraning l – uzunligidagi barcha tirqishlarni soni orqali $d = \frac{l}{n}$ kabi ifodalanadi.

- Difraksion panjaraning chiziqli dispersiyasi quyidagi ifoda orqali ifodalanadi:

$$D = F \frac{d\varphi}{d\lambda} \quad (8)$$

bunda F – linzaning fokus masofasi. $\frac{d\varphi}{d\lambda}$ – panjaraning burchak dispersiyasi.

- Агарда $\frac{dn}{d\lambda}$ hosila musbat bo'lsa, dispersiya-anomal deb ataladi. Anomal dispersiya berilgan muhitda, ayrim to'lqin uzunlikdagi yorug'likning yutilishi hisobiga kuzatiladi.

- Normal dispersiyada sindirish ko'rsatkichining to'liq uzunligiga bog'liqligi Koshi tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$n \approx n_0 + \frac{a}{\lambda_0^2} \quad (9)$$

bu yerda n_0 – juda katta to'liq uzunligidagi sindirish ko'rsatkichi, n_0 va a berilgan muhit uchun doimiy kattaliklar.

- Tirqishga joylashadigan Frenel sohalarining soni R_m – tashqi radiusi bilan quyidagicha bog'langan bo'ladi:

$$m = \frac{R_m^2}{\lambda} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \quad \text{yoki} \quad R_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} m \lambda}, m=1,2,\dots \quad (10)$$

bu yerda a – manbadan tirqishgacha, b – ekrandan tirqishgacha masofa.

Masala yechish namunalari

1. Agar yashil yorug'lik filtrini ($\lambda = 5 \cdot 10^{-5} sm$) qizil yorug'lik filtriga ($\lambda = 6.5 \cdot 10^{-5} sm$) ga almashtirilsa, Yung tajribasida ekrandagi qo'shni interferensiya yo'llari orasidagi masofa necha marta oshadi?

Berilgan: $\lambda_y = 500 nm$, $\lambda_q = 650 nm$

Topish kerak: $\frac{l_q}{l_y} - ?$

Yechilishi: (1) formulaga ko'ra ikkita qo'shni yashil polosalar oralig'i $l_y = \frac{L}{d} \lambda_y$, qizil polosalar oralig'i esa $l_q = \frac{L}{d} \lambda_q$. Bu tenglamalardagi L va d kattaliklar o'zgar-

mas. Shuning uchun $\frac{l_q}{l_y} = \frac{\lambda_q}{\lambda_y} = 1.3$. Javobi: 1.3.

2. Nyuton halqalari hosil qiladigan qurilma normal tushadigan oq yorug'lik bilan yoritilmoqda. 1) To'rtinchi ko'k halqa ($\lambda_1 = 4 \cdot 10^{-5} sm$), 2) uchinchi qizil halqa ($\lambda_2 = 6.3 \cdot 10^{-5} sm$) radiuslari topilsin. Kuzatish o'tuvchi yorug'likda olib boriladi. Linzaning egrilik radiusi $5m$.

Berilgan: $\lambda_1 = 400nm$, $\lambda_2 = 630nm$, $R = 5m$

Topish kerak: $r - ?$

Yechilishi: Masala shartiga ko'ra kuzatish o'tgan yorug'likda olib borilmoqda va ko'k va qizil ranglar o'tgan yorug'lik interferensiyasining kuchayishini bildiradi. Shu sababli (5) formulaga ko'ra 4-tartibdagi ko'k halqa radiusi uchun: $r_1 = \sqrt{4R\lambda_1} = 2.8mm$. 3-tartibdagi qizil halqa radiusi uchun: $r_2 = \sqrt{3R\lambda_2} = 3mm$.

Javobi: $r_1 = 2.8mm$, $r_2 = 3mm$.

3. Beshinchi va yigirma beshinchi yorug' Nyuton halqalari o'rtasidagi masofa 9 mm ga teng. Linzaning esirlik radiusi 15 m . Qurilmaga normal tushayotgan monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin. Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi.

Berilgan: $R = 15\text{ m}$, $l = 9\text{ mm} = r_{25} - r_5$

Topish kerak: $\lambda - ?$

Yechilishi: Qaytgan yorug'lik uchun kuchayish sharti bajarilganda halqaning radiusi (4) formulaga ko'ra $r_k = \sqrt{(2k-1)R\frac{\lambda}{2}}$ bo'lganligi uchun

$$l = r_{25} - r_5 \text{ ni hisoblasak, } l = \sqrt{(2 \cdot 25 - 1)R\frac{\lambda}{2}} - \sqrt{(2 \cdot 5 - 1)R\frac{\lambda}{2}} = 7\sqrt{R\frac{\lambda}{2}} - 3\sqrt{R\frac{\lambda}{2}} = 4\sqrt{R\frac{\lambda}{2}}.$$

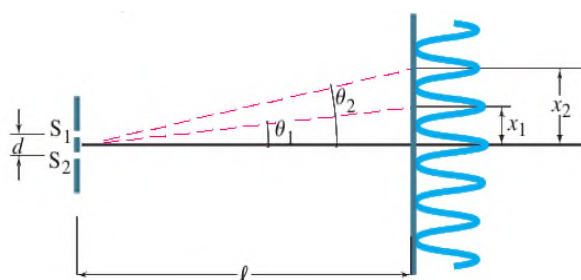
Bundan $l^2 = 16R\frac{\lambda}{2} = 8R\lambda$ yoki $\lambda = \frac{l^2}{8R} = 675\text{ nm}$. Javobi: $\lambda = 675\text{ nm}$.

4. Tirqishga to'lqin uzunligi λ monoxromatik yorug'lik dastasi normal tushadi. Tirqish eni 6λ (17.1-rasm). Yorug'likning uchinchi difraksiya maksimumi qanday burchak ostida kuzatiladi?

Berilgan: $a = 6\lambda$ $k = 3$.

Topish kerak: $\varphi = ?$

Yechilishi: Tirqish difraksiyasi uchun quyidagiga egamiz: $a \sin \varphi = k\lambda$. Masala shartiga ko'ra $a = 6\lambda$ $k = 3$ bo'lgani uchun $6\lambda \sin \varphi = 3\lambda$. Bundan $6 \sin \varphi = 3$ yoki $\sin \varphi = 0.5$ va $\varphi = 30^\circ$. Javob: $\varphi = 30^\circ$.



17.1-rasm

5. Difraksion panjarali goniometrning ko'rish trubasi kollimator o'qiga 20° burchak ostida qo'yilgan. Bunda trubaning ko'rish sohasidagi geliy spektrining qizil chizig'i ($\lambda_1 = 6680\text{ \AA}$) ko'rinadi. Shu burchak bilan undan yuqori tartibdagi ko'k geliy chizig'i ($\lambda_2 = 4470\text{ \AA}$) ham ko'rinishi payqalgan bo'lsa, difraksion panjara doimiysi nimaga teng? Mazkur panjara yordamida kuzatish mumkin bo'lgan eng katta spektr tartibi 5 ga teng. Yorug'lik panjaraga normal tushadi.

Berilgan: $\varphi = 20^\circ$, $\lambda_q = 668\text{ nm}$, $\lambda_k = 447\text{ nm}$ $k = 5$

Topish kerak: $d = ?$

Yechilishi: 6 - formulaga ko'ra panjaraga hosil bo'lgan spektr vaziyati quyidagicha: Qizil spektr uchun $d \sin \varphi = k_1 \lambda_q$. Ko'k spektr uchun $d \sin \varphi = k_2 \lambda_k$.

Ushbu tenglamalarni birgalikda yechilsa: $\frac{k_2}{k_1} = \frac{\lambda_q}{\lambda_k} = \frac{668}{447} = 1.5$. Spekr tartibi

k - butun son bo'lganligi uchun k ni eng katta qiymati 5 bo'lgani uchun $k_1 = 2$ va $k_2 = 3$ deyish mumkin. U holda : $d \sin \varphi = k_1 \lambda_q$ dan $d = \frac{k_1 \lambda_q}{\sin \varphi} = 4 \cdot 10^{-6} m$

Javob: $d = 4 \cdot 10^{-6} m$. Ushbu natijani keyingi $d \sin \varphi = k_2 \lambda_q$ tenglamadan ham olish

mumkin. Shu o'rinda $\sin 20^\circ = 0.342$ ekanligini aytib o'tamiz.

6. Birinchi tartibli spektrda $\lambda = 5890 \text{ \AA}$ uchun difraksiyon panjara burchak dispersiyasi aniqlansin (17.2-rasm).

Difraksiyon panjara doimiysi $2.5 \cdot 10^{-4} \text{ sm}$ ga teng.

Berilgan $d = 2.5 \cdot 10^{-6} m$,

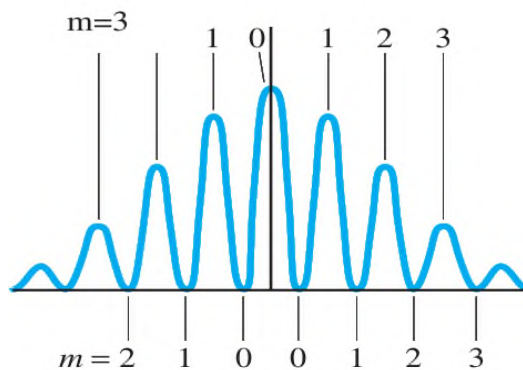
$d = 589 \cdot 10^{-9} m$, $k = 1$.

Topish kerak: $\frac{d\varphi}{d\lambda} = ?$

Yechilishi: $d \sin \varphi = k\lambda$ bundan $\sin \varphi = \frac{k\lambda}{d} = 0.236$ va $\varphi = 13^\circ, 5$, Ikkinchidan yuqoridagi tenglamani differentsiallashtirish orqali quyidagicha olamiz:

$d \cos \varphi d\varphi = k d\lambda$, bundan $\frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{k}{d \cos \varphi}$. $\varphi = 13^\circ 5'$ bo'lgani uchun $\cos \varphi = 0.972$ va

masala shartiga ko'ra $\frac{d\varphi}{d\lambda} = 4.1 \cdot 10^5 \text{ rad/m}$. Javob: $4.1 \cdot 10^5 \text{ rad/m}$.



17.2-rasm

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Ikkita kogerent yorug'lik manbai orasidagi masofa $l = 0.24 \text{ mm}$ bo'lib ekrandan $b = 2.5 \text{ m}$ uzoqlikda joylashgan va ekranda yorug', qorong'u polosalar hosil qilgan. Polosalar har 5 sm da 10.5 tadan joylashgan bo'lsa, ekranga tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlang ($\lambda = 457 \text{ nm}$).

2. Ikkita monoxromatik yorug'lik manbaidan kuzatilayotgan interferension manzarada ekranda 4 sm masofada 8.5 polosa kuzatilmoqda. Ekrandan yorug'lik manbalarigacha masofa $b = 2.75 \text{ m}$ ekanligini bilgan holda, manbalar orasidagi masofani toping ($l = 0.3 \text{ mm}$).

3. Yung tajribasida to'liq uzunligi $\lambda = 6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilgan teshiklar o'rtasidagi masofa 1 mm va teshiklar o'rtasidagi masofa 1 mm va teshikdan ekrangacha masofa 3 m . Uchta birinchi yorug' yo'llarning vaziyatini toping ($y_1 = 1.8 \text{ mm}$, $y_2 = 3.6 \text{ mm}$, $y_3 = 5.4 \text{ mm}$).
4. Frenel ko'zgulari bilan qilingan tajribada yorug'lik manbaining mavhum tasvirlari o'rtasidagi masofa 0.5 mm ga, ekrangacha masofa 5 m ga teng bo'lgan. Yashil yorug'likda bir-birlaridan 5 mm masofada intenferensiya yo'llari hosil bo'lgan. Yashil yorug'likning to'liq uzunligi topilsin ($\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$).
5. Yung tajribasida yupqa shisha plastinka intenferensiyalanayotgan nurlardan birining yo'lga joylashtirilgan, shu sababli markaziy yorug' yo'l (markaziy yo'l hisobga olinmaganda) dastlabki beshinchi yorug' yo'l egallagan vaziyatga siljigan. Nur plastinkaga perpendikulyar tushadi. Plastinkaning sindirish ko'rsatkichi 1.5 . To'liq uzunligi $6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$. Plastinkaning qalinligi qancha?

$$(h = \frac{k\lambda}{n-1} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m}).$$
6. Vertikal joylashgan sovun pardasi suyuqlikning oqishi tufayli pona hosil qiladi. Simob yoyining ($\lambda = 5461 \text{ \AA}$) qaytgan yorug'likdagi intenferensiya yo'llarini kuzatar ekanmiz, beshta yo'l o'rtasidagi masofa 2 sm ga barobar ekanini topamiz. Pona burchagi sekund hisobida topilsin, yorug'lik parda sirtiga perpendikulyar tushadi. Sovunli suvning sindirish ko'rsatkichini 1.33 ga teng deb oling.

$$(tg\alpha = \frac{k\lambda}{2nl} = 5.13 \cdot 10^{-5}, \alpha = 11^\circ).$$
7. Agar ikkinchi va yigirmanchi qorong'i Nyuton halqalari o'rtasidagi masofa 4.8 mm bo'lsa, uchinchi va o'n oltinchi qorong'i halqalar o'rtasidagi masofa qanchaga teng? Kuzatish qaytgan yorug'likda olib borilmoqda (3.6 mm).
8. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilma to'liq uzunligi 0.6 mkm bo'lgan normal tushayotgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Qaytgan yorug'likda to'rtinchi qorong'i halqa kuzatiladigan joydagi linza bilan shisha plastinka o'rtasidagi havo qatlamining qalinligi topilsin (1.2 mkm).
9. Oq yorug'lik dastasi $d = 0.40 \text{ mkm}$ qalinlikdagi shisha plastinkaga normal holda tushayotir. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n = 1.5$. Qaytgan dastada ko'zga ko'rinadigan spektr ($4 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ dan $7 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$

gacha) chegarasida yotuvchi qaysi yorug'li to'lqin uzunliklari kuchayadi? ($\lambda = 4.8 \cdot 10^{-7} m$).

10. Agar yorug'lik manбайдan to'lqin sirtigacha bo'lgan masofa masofa $1m$, to'lqin sirtidan kuzatish no'qtasigacha ham $1m$ va $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} m$ bo'lsa, Frenelning birinchi besh zonasi radiuslarini hisoblang. ($r_1 = 0.5mm$, $r_2 = 0.71mm$, $r_3 = 0.86mm$, $r_4 = 1.0mm$, $r_5 = 1.12mm$).

11. Yassi to'lqin uchun Frenelning birinchi besh zonasi radiuslari hisoblansin. To'lqin sirdan kuzatish no'qtasigacha masofa $1m$. To'lqin uzunligi $5 \cdot 10^{-7} m$ ($167 m$).

12. Eni $2 mkm$ tirqishdan to'lqin uzunligi $\lambda = 5890 \text{Å}$ monoxromatik yorug'lik normal tushadi. Yunalishlar bo'yicha yorug'lik minimumlari kuzatiladigan burchaklar topilsin.

($\varphi_1 = 17^{\circ}8'$, $\varphi_2 = 36^{\circ}5'$, $\varphi_3 = 62^{\circ}$).

13. Ikkinchi tartibli spektrdagi qizil chiziqli $\lambda = 7 \cdot 10^{-7} m$ ko'rmoq uchun ko'rish trubasini kollimator o'qiga 30° burchak bilan o'rnatishga to'g'ri kelsa, difraktsion panjara doimiysi nimaga teng? Mazkur panjara uzunligining $1 sm$ iga qancha shtrix chizilgan? Panjaraga yorug'lik tik tushadi $d \sin \varphi = k\lambda$, $k = 2$,

$$d = \frac{2\lambda}{\sin \varphi} = 2.8 \cdot 10^{-6} m, \quad N_0 = \frac{1}{d}, \quad N_0 = 357 \cdot 10^{-3} m.$$

14. Birinchi tartibli spektrdagi simobning yashil chizig'i ($\lambda = 5461 \text{Å}$) $19^{\circ}8'$ burchak bilan kuzatilayotgan bo'lsa, difraktsion panjaraning $1mm$ uzunligida necha shtrix bo'ladi? ($d \sin \varphi = k\lambda$, $N_0 = \frac{1}{d}$, $\frac{\sin \varphi}{N_0} = k\lambda$,

$$N_0 = \frac{\sin \varphi}{k\lambda} = 600mm).$$

15. Difraktsion panjaraga yorug'lik dastasi normal tushadi. Birinchi tartibli spektrdagi natriy chizig'ining ($\lambda = 5890 \text{Å}$) difraktsiya burchagi $17^{\circ}8'$ ga teng ekanligi topilgan. Biror chiziq ikkinchi tartibli spektrda $24^{\circ}12'$ ga teng difraktsiya burchagini beradi. Mazkur chiziqning to'lqin uzunligi va panjaraning $1mm$ dagi shtrixlar sonini toping

$$\lambda_2 = \frac{589 \cdot 10^{-9} \cdot 0.41}{2 \cdot 0.295} = 409 \cdot 10^{-9} m, \quad N_0 = \frac{1}{d}, \quad d = \frac{\lambda_1}{\sin \varphi_1}, \quad N_0 = \frac{\sin \varphi_1}{\lambda_1} = 500mm^{-1}.$$

16. Difraktsion panjara to'lqin uzunligi $\lambda = 590 nm$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Uchinchi tartibli spektr $10^{\circ}12'$, ikkinchi tartibli spektr $6^{\circ}12'$ burchak ostida kuzatilayotgan bo'lsa, yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlang ($\lambda = 550nm$).

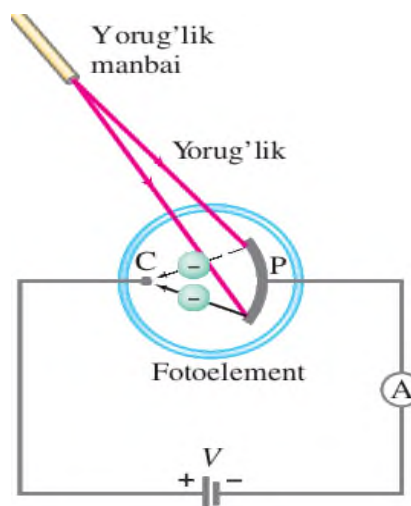
17. Har bir millimetrida 75 ta shtrixi bo'lgan difraksion panjara to'lqin uzunligi $\lambda = 500 \text{ nm}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Ekrandagi markaziy yorug' polosadan ikkinchi yorug' polosagacha masofa $h = 11.25 \text{ sm}$ bo'lsa, difraksion panjaradan ekrangacha masofani toping ($l = \frac{hd}{k\lambda} = 1.5 \text{ m}$).
18. Har bir millimetrida 400 shtrixi bo'lgan difraksion panjaraga yorug'lik nuri tik tushmoqda. Difraksion panjara va ekran oralig'i $l = 25 \text{ sm}$. Nolinchi maksimumdan uchinchi tartibli maksimumgacha masofa $h = 27.4 \text{ sm}$ bo'lsa, yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlang ($\lambda = 400 \text{ nm}$).
19. Difraksion panjaraga tik tushayotgan monoxromatik yorug'lik niring to'lqin uzunligi $\lambda = 627 \text{ nm}$ ga teng bo'lib, markaziy va birinchi polosalar oralig'i $h = 39.6 \text{ sm}$. Ekran va difraksion panjara oralig'i $l = 120 \text{ sm}$ ekanligini bilgan holda difraksion panjara doimiysining qiymatini hisoblang ($d = 2 \text{ mkm}$).
20. Difraksion panjaraga razryad trubkasidan yorug'lik dastasi normal tushadi. $\varphi = 41^\circ$ yo'nalishda $\lambda_1 = 6563 \text{ \AA}$ va $\lambda_2 = 4102 \text{ \AA}$ ikki spektr chizig'i bir to'g'ri chiziqda yotishi uchun difraksion panjara doimiysi nimaga teng bo'lishi kerak? ($d = \frac{k_1 \lambda_1}{\sin \varphi} = \frac{5 \cdot 6563 \cdot 10^{-10}}{0.656} = 5 \cdot 10^{-4}$).
21. Difraksion panjaraga yorug'lik dastasi normal tushadi. Gonnometrni biror φ burchakka burganda $\lambda = 4.4 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ chizig'i uchinchi tartibli spektrda ko'zga chalinadi. Ko'rinadigan spektr sohasida ($4 \cdot 10^{-4}$ dan $7 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ gacha) yotuvchi to'lqin uzunliklariga mos keluvchi biron boshqa xil spektral chiziqlar shu φ burchak bilan ko'rinadimi ($\lambda_2 = \frac{3}{2} \lambda_1 = 660 \text{ nm}$).
22. Geliy bilan to'ldirilgan razryad trubkasi (4-rasm) dan yorug'lik dastasi difraksion panjaraga normal tushadi. Ikkinchi tartibli spektrdagi geliy chizig'i ($\lambda = 6.7 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) uchinchi tartibli spektrdagi qaysi chiziq ustiga tushadi? ($d \sin \varphi = 2\lambda_1$ $d \sin \varphi = 3\lambda_2$, $\lambda_2 = \frac{2}{3} \lambda_1 = 447 \text{ nm}$).
23. Difraksion panjaraga monoxromatik yorug'lik dastasi normal tushadi. Uchinchi tartibli maksimum normalga $30^\circ 48'$ burchak bilan kuzatiladi. Tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunliklarida ifodalangan panjara doimiysini toping ($d \sin \varphi = 3\lambda$, $\frac{d}{\lambda} = \frac{3}{\sin \varphi} = 5$, $d = 5\lambda$).

24. Birinchi tartibli spektrdagi $\lambda = 6680 \text{ \AA}$ uchun difraksiyon panjara burchak dispersiyasi $2.02 \cdot 10^5 \text{ rad/m}$. Difraksiyon panjara davrini toping

$$(d = \sqrt{\frac{1}{(d\varphi/d\lambda)^2} + \lambda^2} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}).$$

25. Agar spektrni ekranga proyeksiyalovchi linzaning fokus masofasi 40 sm bo'lsa, oldingi masaladagi difraksiyon panjaraning chiziqli dispersiyasini toping ($D = 81 \text{ mm}/(H \cdot m)$).

§18. Fotoeffekt



- Yorug'lik kvanti yoki foton energiyasi

$$\varepsilon = h\nu \quad (1)$$

bunda: ν - tebranish chastotasi, $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ - Plank doimiysi

- Fotonning massasi

$$m_f = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda_s} \quad (2)$$

- Fotonning impulsi

$$k_f = \frac{h\nu}{c} = m_f c = \frac{h}{\lambda} \quad (3)$$

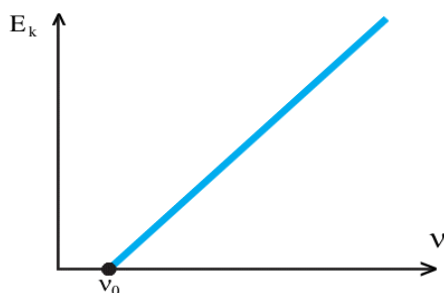
- Fotoeffekt hodisasi uchun Eynshteyn tenglamasi

$$h\nu = A_{ch} + \frac{m_e v_e^2}{2} \quad (4)$$

bunda A_{ch} – elektronning moddadan chiqish ishi (18.1-rasm), m_e - elektron massasi, v_e - elektron tezligi bo'lib, agar $v_e = 0$ bo'lsa u holda

$$h\nu_0 = A_{ch} \quad (5)$$

bunda ν_0 - fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi.



18.1-rasm

Masalalar yechish namunalari

1. Fotonga muvofiq keladigan to'liqin uzunlik 0.016\AA bo'lsa, uning energiyasi, massasi va harakat miqdorini toping.

Berilgan: $\lambda = 1.6 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

Topish kerak: $\varepsilon_\varphi = ?$ $m_\varphi = ?$ $p_\varphi = ?$

Yechilishi: Foton energiyasi (1) ga ko'ra $\varepsilon = h\nu$, bunda $\nu = \frac{c}{\lambda}$ - tebranish

chastotasi bo'lib $\varepsilon = h \frac{c}{\lambda} = 1.1 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. (2) Formuladan esa foton massasini

hisoblaymiz: $m_\varphi = \frac{h}{\lambda c} = 1.4 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$. (3) Formuladan esa foton impulsini

hisoblaymiz: $k_\varphi = m_\varphi c = 4.2 \cdot 10^{-22} \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{c}$.

2. Elektronning kinetik energiyasi to'liqin uzunligi $\lambda = 5200\text{\AA}$ bo'lgan fotonning harakat miqdoriga teng bo'lishi uchun u qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

Berilgan: $\lambda = 520 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

Topish kerak: $g - ?$

Yechilishi: Harakatlanayotgan elektronning kinetik energiyasi $E_k = \frac{m_e g^2}{2}$.

Masala shartiga ko'ra $E_k = \varepsilon$ bo'lishi uchun $\frac{m_e g^2}{2} = h \frac{c}{\lambda}$ bundan

$g = \sqrt{\frac{2hc}{\lambda m_e}} = 9 \cdot 10^5 \text{ m} / \text{c}$. Javobi: $g = 9 \cdot 10^5 \text{ m} / \text{c}$.

3. Litiy uchun fotoeffektning qizil chegarasini toping.

Berilgan: $A_{ch} = 2.4 \text{ eV} = 2.4 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3.84 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} / \text{c}$,

$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J}$

Topish kerak: $\lambda_0 = ?$

Yechilishi: Fotoeffektning qizil chegarasi uchun (5) formulaga ko'ra quyidagiga egamiz: $A_{ch} = h \frac{c}{\lambda_0}$ shundan $\lambda_0 = \frac{hc}{A_{ch}} = 5.2 \cdot 10^{-7} m$. Javob:

$$\lambda_0 = 5.2 \cdot 10^{-7} m.$$

4. Natriy sirtidan uchib chiqqan elektronlarning tezligi va kinetik energiyasini hisoblang. Chiqish ishi $A_{ch} = 2.28 eV$, $\lambda = 410 nm$.

Berilgan: $A_{ch} = 2.28 eV$, $\lambda = 410 nm$,

Topish kerak: $\vartheta - ?$, $E_k - ?$

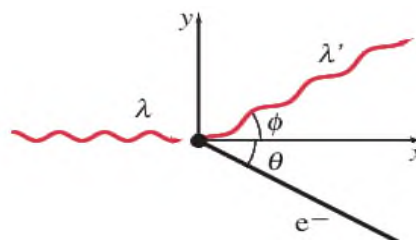
Yechilishi: Fotoeffektida kinetik energiya uchun $E_k = h\nu - A$ (*) formula o'rinli. $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = 3.03 eV$. (*) formulaga muvofiq kinetik energiya

$E_k = 0.75 eV$. $E_k = \frac{m\vartheta_{max}^2}{2}$ dan $m = 9.1 \times 10^{-31} kg$ ekanligini hisobga olsak,

$\vartheta_{max} = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = 5.1 \cdot 10^5 m/s$ kelib chiqadi. Demak uchib chiqqan elektronlar

tezligi metal ichidagi tezligidan katta ekan.

5. $\lambda = 0.140 nm$ to'lqin uzunligiga ega rentgen nurlari yupqa uglerod qatlamida sochilmoqda. Rentgen nurlarining 0 , 90 , 180 gradus burchakda sochilgandagi to'lqin uzunligini hisoblang (18.2-rasm).



18.2-rasm

Berilgan: $\lambda = 0.140 nm$, $\alpha = 0^0$, 90^0 , 180^0

Topish kerak: $\lambda' - ?$

Yechilishi: Kompton effekti $\lambda' = \lambda + \frac{h}{mc}(1 - \cos\phi)$ formulasiga ko'ra 0^0

uchun $\lambda' = \lambda = 0.140 nm$, 90^0 uchun $\lambda' = \lambda + \frac{h}{mc} = 0.140 nm + 2.4 \cdot 10^{-12} m = 0.1424 nm$.

180^0 uchun $\lambda' = \lambda + 2 \frac{h}{mc} = 0.140 nm + 2(0.0024) nm = 0.145 nm$.

Demak, burchak ortsa (0^0 dan 180^0 gacha) to'lqin uzunligi ham ortar ekan.

Mustaqil yechish uchun masalalar

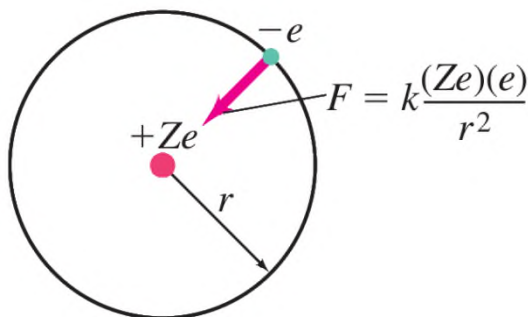
1. Qizil yorug'lik nurlari ($\lambda = 7 \cdot 10^{-5} sm$), 2) rentgen nurlari ($\lambda = 0,25 \text{ \AA}$) va 3) gamma nurlari ($\lambda = 1.24 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}$) fotonining massasini toping (1) $m = 3.2 \cdot 10^{-36} kg$ 2) $m = 8.8 \cdot 10^{-32} kg$ 3) $m = 1.8 \cdot 10^{-30} kg$).

2. Elektronning harakat miqdori to'lqin uzunligi $\lambda = 5200 \text{ \AA}$ bo'lgan fotonning

3. harakat miqdoriga teng bo'lgani uchun u qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak? ($g = 1.4 \cdot 10^3 m/s$).
4. Foton massasi tinch turgan elektron massasiga teng bo'lishi uchun uning energiyasi qancha bo'lishi kerak? ($E = 81 \cdot 10^{-15} J$, $E = 510 \cdot 10^3 eV$).
5. Monoxramatik fotonlar dastasini $t = 0.5 \text{ min}$ vaqt ichida $S = 2 \text{ sm}^2$ maydon ichida olib o'tadigan harakat miqdori $p_f = 3 \cdot 10^{-4} g \cdot \text{sm}/s$. Bu dasta uchun maydon birligiga vaqt birligida tushadigan energiyasini toping ($E_1 = 150 J/(s \cdot m^2)$).
6. Ikki atomli gaz molekulasi kinezik energiyasi qanday temperaturada to'lqin uzunligi $\lambda = 5,89 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ bo'lgan foton energiyasiga baravar bo'ladi? ($T = 9800 K$).
7. Yuqori energiyalarda rentgen va gamma nurlanish dozalarini rentgen bilan o'lchash uchun sharoit vujudga keltirish qiyin bo'lganidan, GOET 8848-63 da kvantlar energiyasi 3 MeVgacha bo'lgan nurlanishlar uchun rentgendan doza birligi sifatida foydalanishga yo'l qo'yadi. Rentgen nurlanishning qanday chegaradagi to'lqin uzunligiga rentgen o'lchov birligini qo'llash mumkinligini aniqlang.
($\lambda = \frac{hc}{E} = 0.41 \cdot 10^{-12} m$).
8. Harakat miqdori $20^\circ C$ temperaturadagi vodorod molekulasi harakat miqdoriga teng bo'lgan foton massasini toping. Molekula tezligini o'rtacha kvadratik tezlikka teng deb hisoblang.
($m_1 = 2.1 \cdot 10^{-32} \text{ kg}$).
9. Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi $\lambda = 2750 \text{ \AA}$. Fotoeffektni vujudga keltiruvchi foton energiyasining minimal qiymati nimaga teng? ($E_{\text{min}} = 4.5 eV$).
10. Metall sirtidan $U = 3V$ teskari potensial bilan butunlay ushlanadigan elektronlarni ajratuvchi yorug'likning chastotasi topilsin. Mazkur metallning fotoeffekti tushayotgan yorug'lik chastotasi $6 \cdot 10^{14} s^{-1}$ bo'lganda boshlanadi. Bu metalldan elektron chiqayotganda bajariladigan ishni toping ($\nu = \frac{A + eU}{h} = 13.2 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$).
11. Kaliy to'lqin uzunligi 3300 \AA bo'lgan yorug'lik bilan yoritilganida chiqadigan fotoelektronlar uchun tutuvchi potensial kattalikni toping ($h\nu = A + eU$, $h \frac{c}{\lambda} = A - eU$, $A = 2eB = 3.2 \cdot 10^{-19} J$, $U = \frac{hc/\lambda - A}{e} = 1.75V$, $U = 1.75V$).

12. Elektron-pozitron juftini qanday minimal energiya hosil qiladi? Hosil qilgan foton to'liq uzunligi qancha bo'ladi? ($\lambda = \frac{hc}{E} = 1.2 \cdot 10^{-12} m$).
13. Seziy to'liq uzunligi $\lambda = 400 nm$ bo'lgan binafsha nur bilan yoritilganda uning sirtidan uchib chiqqan elektronlarning kinetik energiyasi va tezligini toping. Seziydan elektronlarning chiqish ishi $A_{ch} = 1.7 \cdot 10^{-19} J$ ($W_k = 5 \cdot 10^{-19} J$, $g = 1.05 \cdot 10^6 m/s$).
14. Metal plastinkaga to'liq uzunligi $\lambda = 400 nm$ bo'lgan nur tushganda uning sirtidan uchib chiqayotgan fotoelektronlar potentsiallar ayirmasi $U = 1.5 V$ bo'lgan tormozlovchi elektr maydon bilan to'liq ushlangan bo'lsa, metaldan etronning chiqish ishi va qizil chegarasining uzunligini toping ($A = 2.57 \cdot 10^{-19} J = 1.6 eV$, $\lambda = 773 nm$).
15. To'liq uzunligi $\lambda = 600 nm$ bo'lgan bir jinsli yorug'lik dastasi metal plastinka sirtiga tik ravishda tushmoqda, agar plastinka yuzasiga $t_0 = 1 s$ da $n_0 = 6 \cdot 10^{13}$ ta yorug'lik fotoni tushsa, plastinkada $t = 1 soat$ davomida qancha issiqlik miqdori ajraladi? ($Q = n_0 \frac{t \cdot hc}{t_0 \cdot \lambda} = 7.16 \cdot 10^{-2} J$).
16. Chiqish ishi $A = 3.8 \cdot 10^{-19} J$ bo'lgan litydan uchib chiqayotgan fotoelektronlarning maksimal kinetik energiyasi $W_k = 0.2 \cdot 10^{-19} J$ bo'lsa, fotoeffektning yuzaga keltiruvchi yorug'lik nurining to'liq uzunligini toping ($\lambda = \frac{hc}{W_k + A} = 497 nm$).
17. Rubidiy to'liq uzunligi $\lambda = 317 nm$ bo'yicha ultrabinafsha nurlar bilan yoritilganda undan uchib chiqayotgan fotoelektronlarning maksimal kinetik energiyasi $W_k = 1.84 \cdot 10^{-19} J$. Rubidiydan elektronning chiqish ishini va fotoeffektning qizil chegarasiga mos keluvchi to'liq uzunligini toping ($A = 3.43 \cdot 10^{-19} J$, $\lambda_0 = 579 nm$).

§19. Atom fizikasi



- Atomning statsionar holati uchun quyidagilar o'rinli:
Atom statsionar holatda bo'lganda o'zidan nur chiqarmaydi.
Elektron statsionar holatda bo'lganda unga markazga intilma

kuchdan iborat bo'lgan Kulon kuchi ta'sir qiladi va bu kuch ta'sirida electron aylana bo'ylab harakatlanadi:

$$F = \frac{m_e g_k^2}{r_k} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_e^2}{r_k^2} = k \frac{e^2}{r_k^2} \quad (1)$$

bunda $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ – elektronning massasi;

g_k – elektronning k – inchi orbitadagi tezligi;

r_k – k – orbata radiusi;

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ – elektr doimiysi;

$e = q_k = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ – k – inchi orbitadagi elektronning zaryadi;

- Elektronlar yadro atrofida ma'lum statsionar orbitalarda aylanib, bu orbitalarga diskret energiyalar to'g'ri keladi.
- Borning ikkinchi postulati chastota qoidasi ham deyiladi va unga ko'ra elektron bir statsionar holatdan qo'shni statsionar holatga o'tganda atom o'zidan yorug'lik kvanti $h\nu$ ni chiqaradi yoki yutadi:

$$h\nu_{kn} = W_k - W_n \quad (3)$$

- Borning uchinchi postulitiga ko'ra elektron statsionar orbitada harakatlanganda uning orbital impuls momenti $m g_k r$ faqatgina $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ ga karrali bo'ladi ya'ni:

$$m g_k r_k = k \frac{h}{2\pi} \quad (2)$$

bunda $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ – Plank doimiysi, $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,02 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Bor postulatalaridan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

1) k -inchi orbita radiusi

$$r_k = k^2 \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m_e e^2} \quad (4)$$

2) k -inchi orbitada harakatlanayotgan elektronning tezligi:

$$g_k = k \frac{e^4}{2h\epsilon_0} \frac{1}{k} \quad (5)$$

3) Vodorod atomi uchun $k=1$ bo'lganda $r_k = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ potensial va to'liq energiyalari quyidagicha:

$$W_k = \frac{m g_k^2}{2} = \frac{1}{k^2} \frac{m e^4}{8h^2 \epsilon_0^2}, \quad W_n = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q(-q)}{rk} = -\frac{2}{n^2} \frac{m e^4}{q h^2 \epsilon_0^2} \quad (6)$$

$$W_t = W_k + W_n$$

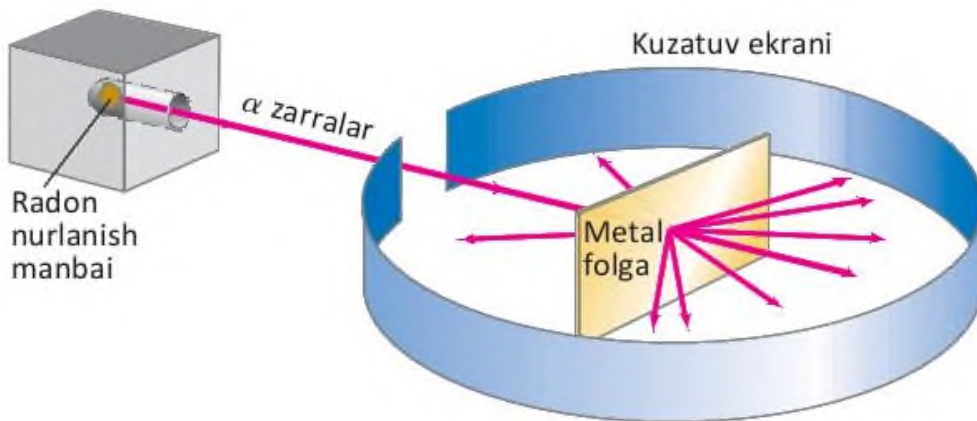
4) Vodorod atomi uchun spektral seriyalarning chastotasi quyidagichga:

$$\nu_{kn} = \frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right) = Rc \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right) \quad (7)$$

bunda $R = \frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0^2 c} = 1.097 \cdot 10^7 \frac{1}{m}$ – Ridberg doimiysi. c – yorug'lik tezligi.

5) To'lqin soni esa:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\nu_{kn}}{c} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$$



19.1-rasm. Rezerford tajribasining sxematik ko'rinishi

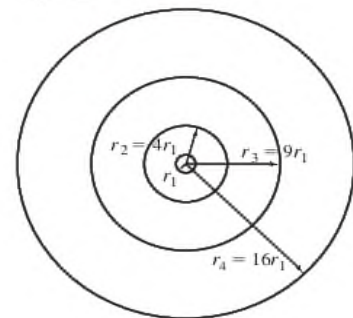
Masala yechish namunalari

1. Vodorod atomidagi birinchi uchta bor elektron orbitalarining radiuslari va ulardagi elektron tezligini toping.

Yechilishi: (4)-formulaga ko'ra $r_k = k^2 \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m_e e^2}$,

(5)-formulaga ko'ra esa $g_k = k \frac{e^4}{2h\epsilon_0 k}$ (19.2-

rasm). Javobni jadval ko'rinishida quyidagicha yozish mumkin:



19.2-rasm

	1	2	3
g	2.18	1.08	0.73
r	52.9	216.6	476.1

2. Spektrning ko'rinadigan sohasidagi vodorod spiral chiziqlarining eng katta va eng kichik to'lqin uzunliklarini toping.

Yechilishi: Barcha seriyalardagi vodorod spektral chiziqlarining to'lqin uzunligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{v_{km}}{c} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$$

$k=1, n=2,3,4,\dots$ bo'lganda ultrabinafsha sohasidagi Layman seriyasi;

$k=2, n=3,4,5,\dots$ bo'lganda ko'rinadigan sohadagi Balmer seriyasi;

$k=3, n=4,5,6,\dots$ bo'lganda infraqizil sohadagi Pashen seriyasi;

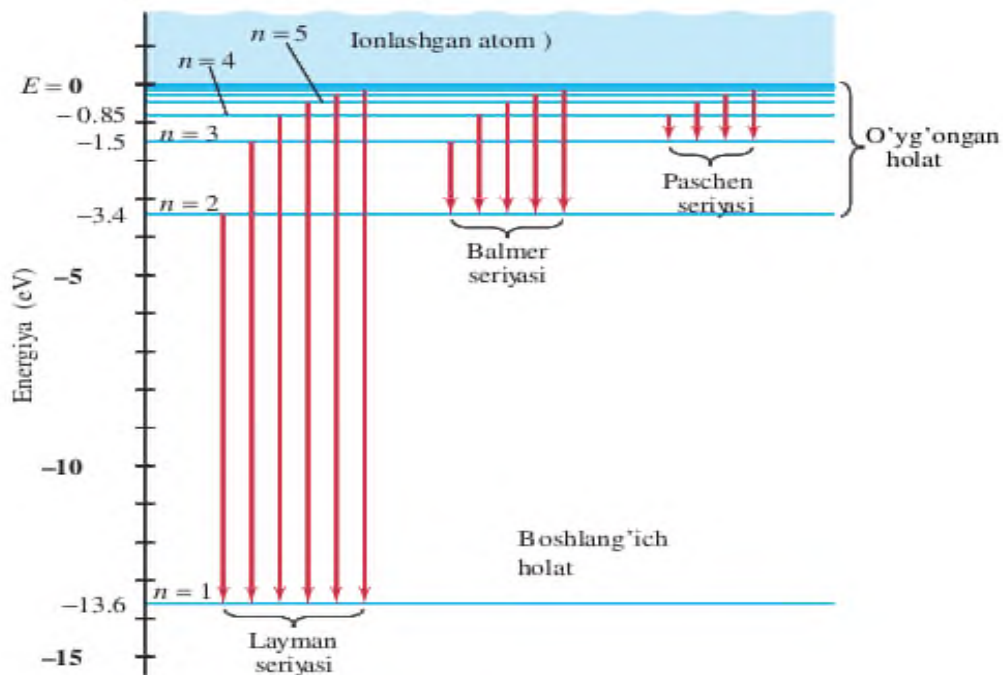
$k=4, n=5,6,7,\dots$ bo'lganda infraqizil sohadagi Brekket seriyasi;

$k=5, n=6,7,8,\dots$ bo'lganda infraqizil sohadagi Pfund seriyasi.

Pavshanki, shu seriyadagi spektral chiziqlarning eng kichik to'lqin uzunligi $n=\infty$ da bo'ladi. Unda formuladan $\frac{1}{\lambda_1} = \frac{R}{4}$ yoki

$\lambda_1 = \frac{4}{R} = 3.65 \cdot 10^{-7} m$, eng katta to'lqin uzunlik esa $n=3$ ga muvofiq keladi: $\lambda_2 = 6.56 \cdot 10^{-7} m$. Shunday qilib, vodorodning ko'zga ko'rinadigan spektri $\lambda_1 = 3650 \text{ \AA}$ dan $\lambda_2 = 6560 \text{ \AA}$ gacha to'lqin uzunligida yotadi.

3. 19.3-rasmda birinchi Layman seriyasida $n=2$ holatdan $n=1$ holatga o'tish tasvirlangan. Ushbu o'tishdagi nurlangan to'lqin uzunligini aniqlang.



19.3-rasm

Yechilishi: Plank formulasi $h\nu = E_u - E_f$ dan foydalanamiz.
 $h\nu = E_2 - E_1 = 10.2\text{eV} = 1.63 \cdot 10^{-18}\text{ J}$. $\lambda = \frac{c}{\nu}$ formuladan to'liqin uzunligini hisoblaymiz, $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{hc}{E_2 - E_1} = 1.22 \cdot 10^{-7}\text{ m}$ -to'liqin uzunligiga ega bo'lgan ultrabinafsha nurga to'g'ri keladi.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Birinchi bor orbitasidagi elektronning kinetik, potensial va to'la energiyasi son qiymatini toping ($W_k = \frac{me^4}{8e_0^2 h^2 k^2} = 13.6\text{eV}$, $W_0 = -2W_k = -27.2\text{eV}$, $W_{ro'la} = W_k + W_n = -13.6\text{eV}$).
2. 1) Birinchi bor orbitasidagi vodorod atomi elektronning aylanish davri; 2) uning burchak tezligini toping (1) $T = 1.43 \cdot 10^{-16}\text{ s}$; 2) $\omega = 4.4 \cdot 10^{16}\text{ rad/s}$).
 - 1) Vodorod spektorining ultura binafsha seriyasidagi eng katta to'liqin uzunligini toping,
 - 2) 2) elektron urulishidan vodorod atomlari g'alayonlanishida chiziq paydo bo'lishi uchun qanday eng kichik tezlikka ega bo'lishi kerak? (1) $\lambda = 1.21 \cdot 10^{-7}\text{ m}$; 2) $\nu = 1.90 \cdot 10^4\text{ m/s}$).
3. Vodorod atomidagi elektron yuqorigi statsionar orbitadan pastkisiga tushganda uning energiyasi $\Delta W = 1.892\text{eV}$ ga kamaygan bo'lsa, nurlanishning to'liqin uzunligini toping ($\lambda = \frac{hc}{\Delta W} = 65\text{nm}$).
4. Vodorod atomining dastlabki g'alayonlanish potensialini aniqlang. (10.2V).
5. Vodorod atomining ultrabinafsha Layman seriyasidagi minimal ($m=1, n=\infty$) to'liqin uzunligini toping ($\lambda = 91.2\text{nm}$).
6. Vodorod atomi normal ($n_1=1$) holatdan, bosh kvant soni $n_2=2$ bo'lgan o'yg'otilgan holatga o'tgan bo'lsa, atomning uyg'otish energiyasini toping ($W = 1.02\text{eV}$).
7. Vodorod atomidagi spektrining ko'rinadigan sohasidagi eng kichik ($m=2, n=3$) nurlanish chastotasi $\nu = 4.6 \cdot 10^{14}\text{ Hz}$ ga teng ekani ma'lum bo'lsa, Balmer formulasidan Ridberg doimiysini aniqlang ($R = 1.105 \cdot 10^7\text{ m}^{-1}$).
8. Vodorod atomidagi elektron ikkinchi Bor orbitasidan birinchi Bor orbitasiga o'tganda atom energiyasining o'zgarishi $\Delta W = 1.63 \cdot 10^{-18}\text{ J}$ bo'lsa Ridberg doimiysini aniqlang $R = 1.094 \cdot 10^7\text{ m}^{-1}$.

9. 1834 yilda I. Froungofer Quyosh spektrining ko'rinadigan qismida vodorodning to'rtta ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) yutilish spektral chiziqlarini aniqlagan. Yutilish spektridagi eng katta to'liq uzunligi $\lambda_a = 656nm$ (ya'ni $n = 2$ da $m_a = 3$). Qolgan uchta ($m_\beta = 4, m_\gamma = 5, m_\delta = 6$) spektral chiziqning to'liq uzunliklari $\lambda_\beta, \lambda_\gamma, \lambda_\delta$ ni aniqlang.

$$(\lambda_\beta = 486nm, \lambda_\gamma = 434nm, \lambda_\delta = 410nm).$$

10.1) Vodorod atomlari elektronlar urulishidan g'alayonlanishga vodorod spektri seriyalarining barcha chiziqlari paydo bo'lishi uchun bu elektronlar qancha eng kichik energiyaga (elektron-volt hisobida) ega bo'lishi kerak? (1) Vodorod spektri barcha seriyalarining hamma chiziqlari vodorod atomi ionlanganiga paydo bo'ladi. Bu elektronlar energiyasi $13.6eV$ ga yetganida sodir bo'ladi $g_{\min} = \sqrt{\frac{2eU_1}{m}} = 2.2 \cdot 10^6 m/s$).

11. Vodorod atomlari elektronlar urulishidan g'alayonlanishida vodorod spektri bitta spektral chiziqqa ega bo'lishi uchun bombardimon qiluvchi elektronlarning energiyasi qanday chegarada bo'lishi kerak? (Atomning birinchi g'alayonlangan holatga o'tkazish uchun zarur bo'lgan energiya $W_1 = 10.2eV$ Atomni ikkinchi g'alayonlangan holatga o'tkazish uchun ($k=1, n=3$) zarur bo'lgan energiya $W_2 = 12.1eV$ ekanligini topish qiyin emas. Shunday qilib, bombardimon qiluvchi elektronlar energiyasi $10.2 < W < 12.1eV$ miqiyosida bo'lsa vodorod spektri faqat bitta spektral chiziqqa ega bo'ladi).

12. Vodorod atomlari monoxromatik yorug'lik kvantlardan g'alayonlanishida uchta spektral chiziq kuzatilgan bo'lsa, bu yorug'likning to'liq uzunliklari qanday chegarada yotishi kerak? ($973\text{Å} < \lambda < 1026\text{Å}$).

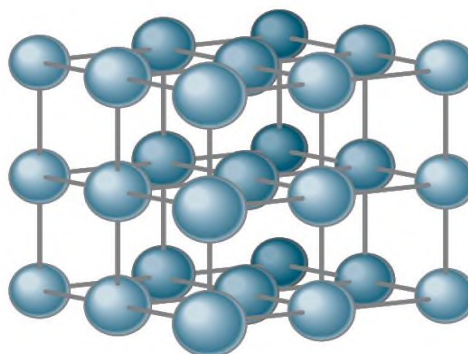
13. To'liq uzunligi $\lambda = 4860\text{Å}$ bo'lgan foton atomi nurlantirganida vodorod atomida elektronning kinetik energiyasi qanchaga o'zgargan? ($2.56eV$).

14. Difraksion panjaraga atomlar vodorod to'lg'azilgan razryad turbasidan yorug'lik dastasi normal tushib turubdi. Panjara doimiysi $5 \cdot 10^{-4}$ sm. Bu panjara yordamida beshinchi tartib spektorda $41^\circ C$ burchak bilan kuzatiladigan spektral chiziq elektronning qanday o'tishiga muvofiq keladi? ($n=3$ dan $k=2$ o'tishga).

1) Bir karra ionlashgan geliy;

2) 2) ikki karra ionlashgan litiyning birinchi g'alayonlanish potensialini toping ($(1)U = 40.8V; U = 91.8V$).

15.19.3-rasmdaga birinchi Balmer seriyasida $n=6$ holatdan $n=2$ holatga o'tish tasvirlangan. Ushbu o'tishdagi nurlangan to'liqin uzunligini aniqlang.



§20. Molekulyar fizika

- Ideal gaz holatini tavsiflovchi quyidagi tenglama Mendeleev – Klaneyron tenglamasi deyiladi:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (1)$$

Bunda: P - gaz bosimi, V – gazning hajmi, T – gazning absolyut temperaturasi bo'lib, $T = t + 273$ o'rinli.

t – Selsiy shkalasi $^{\circ}C$ bo'yicha olingan temperatura.

m – gazning massasi, μ - molyar massa.

- $\frac{m}{\mu} = \nu$ - moddaning miqdori bo'lib $\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_0}$ o'rinli.

N – berilgan moddadagi molekula (yoki atom)lar soni.

$N_A = 6.025 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$ - $\nu = 1 mol$ bo'lgandagi molekula(yoki atom)lar soni-Avogadro soni deyiladi.

$V_0 = 22.4 \frac{m^3}{kmol}$ 1mol gazning normal sharoitdagi hajmi.

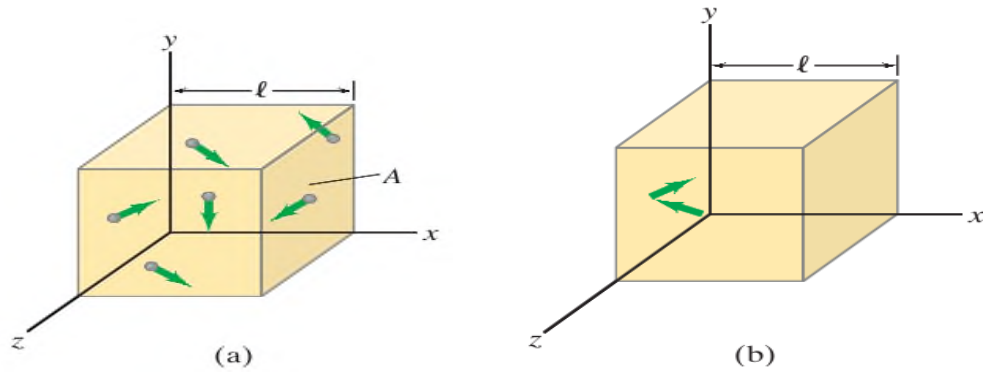
$R = 8.31 \frac{J}{mol \cdot K}$ - universal gaz doimiysi deyiladi.

$$P = \frac{2}{3} n \overline{W_0} = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \cdot \overline{v^2}}{2} = nRT \quad (2)$$

Bunda: n – hajm birligidagi molekular soni yoki molekular kontsentratsiyasi deyiladi va u uchun quyidagilar o'rinli:

$$n = \frac{N}{V} = \frac{N_A}{V_0} = \frac{N_A}{\mu} \frac{m}{V}$$

- Gaz molekularining idish devorlariga beradigan bosimini ifodalovchi quyidagi tenglama gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi deyiladi (1-a va b-rasmlar):



20.1-rasm

- Gaz molekulasi harakatining o'rtacha kinetik energiyasi:

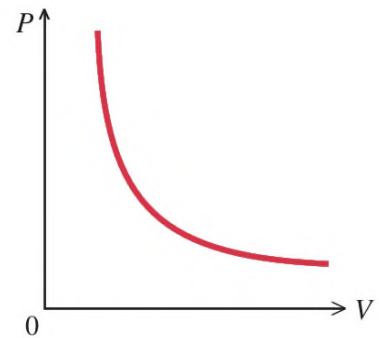
$$W_k = \frac{m\bar{g}^2}{2} = \frac{3}{2}kT$$

- g_{kv} - gaz molekulasi o'rtacha kvadratik tezligi bo'lib u uchun quyidagi ifodalar o'rinli:

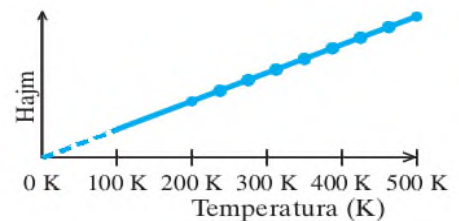
$$g_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} \quad (3)$$

Bunda m_0 - bitta molekula massasi, $k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$ - Bolsman doimiysi deyiladi. Shuni ham ta'kidlash lozimki, har qanday modda uchun: $T=273K$, $P=10^5 Pa$, $V_0 = 22.4 \cdot 10^{-2} m^3$ (1) Qiymatlar normal sharoitni belgilaydi.

- O'zgarmas massali gaz uchun izotermik ($T = const$) jarayonda Boyle-Mariot qonuni o'rinli (20.2-rasm). $P_1V_1 = P_2V_2 = const$ (4)
- O'zgarmas massali gaz uchun izobarik ($P = const$) jarayonda Gey-Lyussak qonuni o'rinlidir (20.3-rasm).



20.2-rasm



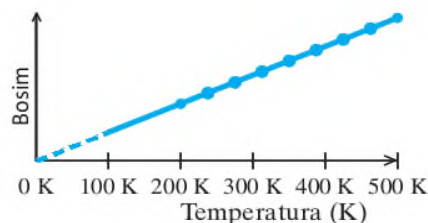
20.3-rasm

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = const \quad (5) \quad \text{yoki} \quad V = V_0(1 + \alpha t) = \alpha V_0 T \quad (5')$$

- O'zgarmas massali gaz uchun izoxorik ($V = const$) jarayonda esa Sharl qonuni o'rinli bo'ladi (20.4-rasm).

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = const \quad (6) \text{ yoki}$$

$$P = P_0(1 + \beta t) = \beta P_0 T \quad (6')$$



20.4-rasm

- O'zgarmas massali gaz uchun birlashgan gaz qonuni:(Klaneyron teng-lamasi).

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = const \quad (7) \text{ yoki } \frac{PV}{T} = const \quad (7')$$

- Dalton qonuniga ko'ra gazlar aralashmasining bosimi har bir gaz hosil qilgan partsial bosimlarining yig'indisiga teng:

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n \quad (8)$$

Masala yechish namunalari:

1. Sig'imi 12 litr bo'lgan ballonda $8.1 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2}$ bosim va $17^\circ C$

temperaturada azot to'ldirilgan. Ballonda qancha azot bor?

Berilishi: $V = 12l = 12 \cdot 10^{-3} m^3$, $P = 8.1 \cdot 10^6 Pa$, $T = 273 + 17 = 290K$,

$$M_{azot} = 28 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol}$$

Topish kerak $m = ?$

Yechilishi:

Azotning massasini Mendeleyev-Klaneyron tenglamasidan toppish yoki (1) tenglamaga ko'ra $PV = \frac{m}{\mu} RT$ bunda $m = \frac{PV\mu}{RT}$ hisoblaymiz.

Javob: $m = 1.13kg$.

2. Agar $p = 200 mm\text{simust}$ bosimda vodorod molekulasining o'rtacha kvadaratik tezligi $2400m/s$ ga teng bo'lsa, bu sharoitda $1 sm^3$ hajmdagi vodorod molekularining sonini toping.

Berilishi: $P = 266.6Pa$, $g_{kv} = 2,4 \cdot 10^3 \frac{m}{s}$, $\mu = 2 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol}$

Topish kerak $n = ?$

Yechilishi:

(2) tenglamaga ko'ra: $P = nkT$, $k = \frac{R}{N_A}$ tengligidan: $P = n \frac{R}{N_A} T$ bundan

$n = \frac{PN_A}{RT}$ (a). Ikkinchi tomondan (3) tenglamaga ko'ra $g_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ ikki

tomonlama kvadratga ko'tarsak $g_{kv}^2 = \frac{3RT}{\mu}$ bundan $RT = \frac{g_{kv}^2 \mu}{3}$ (b). (b)

ga ko'ra (a) dan: $n = \frac{3PN_A}{g_{kv}^2 \mu}$ ushbu formula orqali hisoblasak $n = 4.2 \cdot 10^{24} m^3$ kelib chiqadi.

3. Binoni to'ldirib turgan qishdagi ($7^0 C$) havoning og'irligi yozdagi ($37^0 C$) havoning og'irligidan necha marta katta? Bosim bir xil deb olinsin.

Berilishi: $t_1 = 7^0 C \Rightarrow T = 273 + 7 = 280K$, $t_2 = 37^0 C \Rightarrow T = 273 + 37 = 310K$

Topish kerak $\frac{S_1}{S_2} = ?$

Yechilishi: (1) tenglamaga ko'ra birinchi holat uchun $\frac{PV_1}{T_1} = \frac{m}{\mu} R$,

ikkinchi holat uchun esa: $\frac{PV_2}{T_2} = \frac{m}{\mu} R$ ushbu tenglamalarning o'ng

tomonlari tengligi uchun va $P = const$ bo'lganligidan: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (a) ushbu

tenglama bilan Gey-Lyussak qonuni ham tasdiqlaydi.

(a) tenglamadan: $\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2}$ va $V = \frac{m}{S}$ bo'lganligi uchun $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{m}{S_1}}{\frac{m}{S_2}} = \frac{S_2}{S_1}$ ushbu

tenglama orqali qidirilayotgan nisbatni hisoblaymiz. Javob:

$$\frac{S_1}{S_2} = 1.1 \text{ marta.}$$

4. Sig'imi $1m^3$ bo'lgan berk idishda 0.9 kg suv va 1.6 kg kislorod bor. $500^0 C$ temperaturada suvning to'liq bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa, bu temperaturada idishdagi bosim nimaga teng?

Berilishi: $V = 1 m^3$, $m_1 = 1.6 \text{ kg}$, $m_2 = 0.9 \text{ kg}$, $t = 500^0 C \Rightarrow T = 273 + 500 = 773K$.

Topish kerak $P = ?$

Yechilishi:

Dalton qonuniga ko'ra (8 – tenglama) $P = P_1 + P_2$ (a) bunda P_1 - kislorodning normal bosimi $\left(\mu_1 = 32 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol} \right)$, P_2 - suv bug'ining

normal bosimi $\left(\mu_2 = 18 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol} \right)$ bo'lib (1)ga ko'ra ular quyidagicha

ifodalanadi: $P_1 = \frac{m_1 RT}{\mu_1 V}$, $P_2 = \frac{m_2 RT}{\mu_2 V}$ (b). (a) ga ko'ra (a) dan

$P = P_1 + P_2 = \frac{m_1 RT}{\mu_1 V} + \frac{m_2 RT}{\mu_2 V} = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right)$ hisoblasak $P = 640 \cdot 10^3 Pa$ kelib

chiqadi.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. $20^{\circ}C$ temperaturada 750 mm sim ust. bosimda 10 kg kislorod qanday hajmni egallaydi? ($V = 7.6 \cdot 10^{-3} m^3$).
2. Og'zi mahkam berkitilgan shishadagi havoning $7^{\circ}C$ temperaturada bosimi 1 atmosfera. Shisha isitilganda havo bosimi 1.3 atmosferaga yetganda tiqin otilgan. Shisha qanday temperaturagacha isitilganligi topilsin ($T = 364^{\circ}K = 91^{\circ}C$).
3. 6.4kg kislorod sig'adigan ballon devori $20^{\circ}C$ temperaturada $160 kg / sm^2$ bosimga chidasa, uning eng kichik hajmi qanday bo'ladi? ($V = 3.1 \cdot 10^{-2} m^3$).
4. Balandligi 5m va polining yuzi $200 m^2$ bo'lgan auditoriyadagi havoning massasi topilsin. Binonin temperaturasi $17^{\circ}C$, bosimi 750 mm sim. ust. ga teng. (Bir kilomol havoning massasi 2.9 kg/mol deb olinsin) ($M = 1200 kg$).
5. Gaz solingan $10 m^3$ hajmli ballonda $17^{\circ}C$ temperatura va 720 mm sim. ust. bosimda qancha miqdorda kilomol gaz bo'ladi? ($0.4 kmol$).
6. $50^{\circ}C$ temperaturada to'yingan suv bug'ining elastikligi 92.5 mm sim. ust. ga teng bo'lsa, bu bug'ning zichligi nimaga teng ($\rho = 0.083 kg / m^3$).
7. $15^{\circ}C$ temperaturada va 730 mm sim. ust. bosimidagi vodorodning zichligi topilsin ($p = 0.81 kg / m^3$).
8. 10 g kislorod $10^{\circ}C$ temperatura va 3 atmosfera bosimda turibdi. U o'zgarmas bosimda qizdirilgandan so'ng kengayib, 10 l hajmni egallaydi. Gazning 1) kengaygandan oldingi hajmi, 2) kengaygandan keyingi temperaturasi, 3) kengaygandan oldingi zichligi va 4) kengaygandan keyingi zichligini toping. 1) $V_1 = \frac{MRT}{\mu p} = 2.4 \cdot 10^{-3} m^3$, 2) $T = \frac{\mu p V_2}{MR} = 1170^{\circ}K$ 3) $p_1 = \frac{\mu p}{RT_1} = 4.14 k / m^2 n$ 4) $p_2 = \frac{\mu p}{RT_2} = 1 kg / m^3$.
9. $V_1 = 3$ litr sig'imli A idishda $P_0 = 2 atm$ bosimda gaz bor. $V_2 = 4$ litr sig'imli B idishda $P_0 = 1 atm$ bosimda huddi o'shancha gaz bor. Ikkala idishda ham temperaturalar bir xil. Ikkala idish naycha bilan tutashtirilsa, gaz bosimi qanday bo'ladi? ($P = \frac{P_0 V_1 + P_0 V_2}{V_1 + V_2} = 1.4 \cdot 10^3 N / m^2$).
10. 1 litr hajmli idish 6 g korbanad angidrid va 5 g azot bilan to'ldirilgan. $127^{\circ}C$ temperaturada idishdagi umumiy bosim qanday? ($P = 4.5 \cdot 10^5 Pa$).

11. Idishda $10^{\circ}C$ temperaturada va $10^6 Pa$ bosimda 14g azot va 9g vodorod bor. aralashma bir kilomolining massasi 2) idishning hajmini toping.
1) $\mu = 4,6 \text{ kg/mol}$, 2) $V = 11,7 \text{ l}$.
- 12.10. Havo og'irligining 23.6% qismi kisloroddan, 76.4% qismi azotdan tashkil topgan deb hisoblab, havoning 750 mm sim. ust. bosimda va $13^{\circ}C$ haroratda zichligi topilsin. Bu sharoitda kislorot va azotning partial bosimini toping $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$, $P_1 = 0,236 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $P_2 = 0,764 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.
13. 600 m/s tezlik bilan uchib ketayotgan azotning molekulasini idish devoriga normal ravishda urilib, undan tezligini yo'qotmasdan elastik qaytadi. Urilish vaqtida idish devorining olgan kuch impulsini toping ($5,6 \cdot 10^{-23} \text{ N} \cdot \text{s}$).
14. 4 litr sig'imli idishda 1g vodorod bor. Bu idishning xar 1 sm^3 hajmda qancha molekula bor? ($7,5 \cdot 10^{18}$).
15. Havoni bir kilomolining massasi 29 kg/kmol ga teng bo'lgan bir jinsli gaz deb hisoblab, $17^{\circ}C$ temperaturada havo molekularining o'rtacha kvadratik tezligini toping (500 m/s).
16. $20^{\circ}C$ temperaturada vodorod molekulasining harakat miqdori topilsin. Molekulaning tezligini o'rtacha kvadratik tezlikka teng deb hisoblang ($6,3 \cdot 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$).
17. Havosi qisman so'rib olingan ikki uchi kavsharlangan uzunligi $L = 1 \text{ m}$ bo'lgan gorizontal holatdagi nayning o'rtasida $h = 20 \text{ sm}$ uzunlikdagi simob ustuni bor. Nay vertikal holatda bo'lganda uning ichidagi simob ustuni $l = 10 \text{ sm}$ pastga siljigan. Gorizontal holatda bo'lgan naydagi havoning bosimini toping ($P_1 = 50 \text{ kPa}$).
18. Hajmi 400l bo'lgan ballonda $P_1 = 2 \text{ MPa}$ bosim ostida gaz bor. Bosim $P_2 = 1 \text{ MPa}$ gacha kamaygan bo'lsa, ballondan chiqarib yuborilgan gazning massasini toping. Normal sharoitda gazning zichligi $\rho_0 = 0,6 \text{ kg/m}^3$ ga teng. Jarayon izotermik deb hisoblang. ($\Delta m = 2,4 \text{ kg}$)
19. Silindrning porsheni ostida gaz bor. Porshening og'irligi $P = 6 \text{ N}$, tubining yuzi $S = 20 \text{ sm}^2$, atmosfera bosimi esa $P_0 = 750 \text{ mm sim ust}$ ga teng. Silindrdagi gazning hajmini ikki marta kamaytirish $V_1/V_2 = 2$ uchun, porshenga qanday qo'shimcha kuch ta'sir etishi kerak? Jarayon izotermik deb hisoblang. ($F = 206 \text{ N}$)
20. Aerostat qobig'i gaz bilan oxirigacha to'ldirilmaydi. Aerostat ko'tarilgani sari atmosfera bosimi kamaya boradi va kengaya boradi. Agar aerostat qobig'i $V_0 = 500 \text{ m}^3$ geliy bilan $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ bosimda to'ldirilgan bo'lsa, qanday h balandlikka ko'tarilgandan keyin gaz

qobig'ining hajmi $V = 600m^3$ ga teng bo'lib qoladi? Har $\Delta h = 11m$ ga ko'tarilganda atmosfera bosimi $\Delta P = 133Pa$ ga kamayadi. Harorati balandlikka bog'liq emas deb hisoblang ($h = 1.378km$).

21. Gaz to'ldirilgan ballonga ulangan manometr $t = 17^{\circ}C$ haroratli xonada $P = 240kPa$ bosimni ko'rsatadi. Ballon tashqariga olib chiqilganda manometrning ko'rsatishi $\Delta P = 40kPa$ ga kamaygan. Agar atmosfera bosimi $P_0 = 100kPa$ bo'lsa, tashqaridagi havoning haroratini toping.

$$(T_2 = T_1 \frac{P + P_0 - \Delta P}{P + P_0} = 256K).$$

22. Gaz to'ldirilgan ballon bo'yni kesimining yuzi $S = 2.5sm^2$ bo'lib, u og'irligi $P = 12N$ bo'lgan klapan bilan berkitilgan. Ballondagi havoning boshlang'ich bosimi va tashqi bosim bir xil bo'lib, $P_0 = 100kPa$, harorat esa $T_1 = -3^{\circ}C$ ga teng. Ballondagi havo klapani ochib chiqishi uchun uni qanday temperaturagacha qizdirish kerak?

$$(T_2 = T_1 \frac{P_0 + P/S}{P_0} = 400K) .$$

23. Suv osti kemasining hajmi $V_1 = 40l$ bo'lgan sisternasida $P_1 = 15MPa$ bosim ostida siqilgan $t_1 = 27^{\circ}C$ haroratli havo bor. Shu sisternadan qancha hajmli suv sizib chiqishi mumkin? Kema $h = 20m$ chuqurlikda turibdi. Be yerda harorat $t_2 = 7^{\circ}C$ ga teng. Suvning zichligi $\rho = 1000kg/m^3$, atmosfera bosimi esa $p_0 = 100kPa$

$$(V = V_1 \left[\frac{P_0 T_2}{(P_0 + \rho gh) T_1} - 1 \right] = 1.85m^3).$$

24. Hajmi $V = 20l$ bo'lgan ballonda $t_1 = 27^{\circ}C$ harorat va $p_1 = 7.5MPa$ bosim ostida siqilgan kislorod bor. Agar ballondagi gaz bilan payvandlash vaqtida ballondagi gazning harorati $t_2 = 27^{\circ}C$ gacha pasaygan va bosimi $P_2 = 5.9MPa$ ga teng bo'lsa, qancha massali kislorod sarflangan? Kislorodning normal sharoitdagi zichligi $\rho_0 = 1.43kg/m^3$,

$$(\Delta m = \rho_0 V_1 \frac{P_2 T_0}{P_0 T_2} \left(\frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} - 1 \right) = 38.29g).$$

§21. Termodinamika



- Gaz molekulasining issiqlik harakati energiyasi (ichki energiya)

$$W = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT \quad (1)$$

Bunda i – molekulalarining erkinlik darajasi bo'lib, bir atomli gazlar uchun 3ga, va ikki atomli gazlar uchun 5 ga va 3 yoki undan ko'p atomli gazlar uchun 6ga teng.

Moddaning 1 mol miqdori temperaturasini 1 K ga oshirish uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdori molyar issiqlik sig'imi deyiladi va C harfi bilan belgilanadi:

$$C = \frac{\Delta Q}{\nu \cdot \Delta T} \quad (2)$$

Moddaning 1 kg miqdorini temperaturasini 1 K ga oshirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi va c harfi bilan belgilanadi:

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta t} \quad (3)$$

- Ular orasida quyidagicha bog'lanish mavjud:

$$C = \mu c \quad (4)$$

- Hajm o'zgarmaganda moddaning molyar issiqlik sig'imi:

$$C_v = \frac{i}{2} R \quad (5)$$

- Bosim o'zgarmaganda moddaning molyar issiqlik sig'imi esa:

$$C_p = C_v + R \quad (6)$$

Shu o'rinda, erkinlik darajasi i ga yuqoridagi qiymatlarni mos holda bir, ikki yoki ko'p atomli moddalar uchun qo'yib C_v va C_p molyar issiqlik sig'implarining qiymatlarini hisoblash mumkin.

- Modda molekulasining o'rta arifmetik tezligi va ehtimolligi eng yuqori bo'lgan tezligi:

$$\bar{g} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}; g_e = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}} \quad (7)$$

- Termodinamikasining birinchi qonuniga ko'ra tizimga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini o'zgarishiga va tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishga sarflanadi:

$$dQ = dW + dA \quad (8)$$

- Shu o'rinda tizim A ishni hajmini o'zgartirish uchun tashqi kuchlarga qarshi bajaradi. Shuning uchun:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} PdV \quad (9)$$

(6) dagi dW – ichki energiyasini o'zgarishi esa

$$dW = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R dT \quad (10)$$

- Adiabatik jarayonda gaz bosimi bilan uning hajmi orasidagi bo'g'lanishni ifodalovchi tenglama Piasson tenglamasi deyiladi:

$$PV^\chi = const, TV^{\chi-1} = const \quad (11)$$

bunda $\chi = \frac{C_p}{C_v}$ - adiabata ko'rsatkichi deyiladi.

- Izobarik jarayonda bajarilgan ish: $A = P\Delta V = P(V_2 - V_1)$.
- Izotermik jarayonda bajarilgan ish: $A = RT \ln \frac{P_2}{P_1} = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$.
- Adiabatik jarayonda bajarilgan ish: $A = \frac{P_1 V_1}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right]$, yoki

$$A = \frac{m}{\mu} \frac{RT_1}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right].$$

- Issiqlik foydali ish koeffitsienti

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad (12)$$

Bunda Q_1 – ishchi jismning isitgichdan olgan issiqlik miqdori, Q_2 – sovutgichga berilgan issiqlik miqdori.

- Karlo siklining *FIK* :

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}, \text{ yoki } \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (13)$$

Bunda T_1 – isitgichning temperaturasi, T_2 – sovutgichning temperaturasi.

Masala yechish namunalari

1. $1.5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ bosimda bo'lgan 2 l hajmli idishdagi ikki atomli gaz molekulalari issiqlik harakatining energiyasi nimaga teng?

Berilgan: $V = 2 \text{ l} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $P = 150 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

Topish kerak: $W = ?$

Yechilishi: Ushbu holatdagi gaz uchun Mendeleyev – Klaneyron tenglamasi:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (\text{a}). \quad (1) \text{ formulaga ko'ra gazning ichki energiyasi } W = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT$$

(b). (a) ga ko'ra (b) dan: $W = \frac{i}{2} PV$. Ushbu tenglamadan qidirilayotgan kattalik hisoblanadi.

Javob : $W = 750 \text{ J}$

1. 1) $V = \text{const}$ va 2) $P = \text{const}$ bo'lganda kislorod solishtirma issiqlik sig'imi topilsin.

Kislorod uchun a) $V = \text{const}$ va b) $P = \text{const}$ hol uchun solishtirma issiqlik sig'imi C ni topish kerak.

Yechilishi: (3) ga ko'ra $V = \text{const}$ hol uchun $C_v = \frac{i}{2} R$, bundan $i=5$ uchun

$$C_v = \frac{5}{2} \cdot 8.31 = 2.5 \cdot 8.31 = 20.8 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}, \quad (1) \text{ ga ko'ra } C = \mu c, \quad \text{yoki } c = \frac{C}{\mu}$$

bo'lganligidan:

$$C_v = \frac{c_v}{\mu} = \frac{20.8}{32 \cdot 10^{-3}} = 650 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}. \text{ Huddi shu usulda hisoblanadi:}$$

$$\text{a) } C_p = C_v + R \text{ yoki } C_p = \frac{C_v \mu + R}{\mu} = 910 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

3. 300 mm sim ust bosimda zichligi $0.3 \frac{\text{g}}{\text{l}}$ bo'lgan gaz molekulalarining o'rtacha arifmetik, o'rtacha kvadratik va ehtimolligi eng katta tezliklari topilsin.

Berilishi : $P = 40 \cdot 10^3 \text{ Pa}$, $\rho = 0.3 \text{ kg/m}^3$.

Topish kerak: $\sqrt{\bar{g}^2} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ (a). (5) tenglamaga ko'ra esa: $\bar{g} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$,

$g_{ii} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$ (b). Ikkinchi tomonda holat tenglamasiga ko'ra $PV = \frac{m}{\mu} RT$ dan

$$\frac{RT}{\mu} = \frac{PV}{m} = \frac{P}{\frac{m}{V}}, \quad (\text{a}) \text{ va } (\text{b}) \text{ tenglamalarga qo'llasak } \sqrt{\bar{g}^2} = \sqrt{\frac{3P}{S}}, \quad \bar{g} = \sqrt{\frac{8P}{\pi S}},$$

$$g_{ii} = \sqrt{\frac{2P}{S}}$$

Ushbu tenglamalar orqali qidirilayotgan kattaliklarning son qiymatlari hisoblanadi. Javob : $\sqrt{\bar{g}^2} = 628 m/c$, $g_{ii} = 513 m/c$, $\bar{g} = 580 m/c$.

4. Temperaturasi $27^{\circ}C$ bo'lgan $6.5 g$ vodorod $P = const$ bosimda tashqaridan berilayotgan issiqlik hisobiga ikki marta kengaygan. 1) Gazning kengayishi ishi, 2) gaz ichki energiyasining o'zgarishi, 3) gazga berilgan issiqlik miqdorini toping.

Berilishi : $m = 6.5 \cdot 10^{-3} kg$, $T = 700K$, $V_2 = 2V$, $P = const$

Topish kerak $A = ?$, $\Delta W = ?$, $Q = ?$.

Yechilishi: Dastlab A ni quyidagicha topamiz: (7) ga ko'ra $dA = PdV$ yoki integrallasak, $A = \int_V^{2V} PdV = P(2V - V) = PV$. Holat tenglamasiga ko'ra

$PV = \frac{m}{\mu} RT$ $A = \frac{m}{\mu} RT = \frac{6.5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot 8.31 \cdot 300 = 8.1 kJ$, endi ichki energiya o'zgarishi

uchun (8) ga ko'ra quyidagini yozamiz: $\Delta W = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T$ (a). Bunda $i = 5$ ga

teng, va $P = const$ bo'lganligidan $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ yoki $\frac{V_2}{T_2} = \frac{T_2}{T_1} = 2$ uchun $T_2 = 2T_1$ va

$\Delta T = T_2 - T_1 = 2T_1 - T_1 = T_1$ u holda (a) dan $\Delta W = \frac{5}{2} \frac{m}{\mu} RT_1$.

Hisoblaymiz: $\Delta W = 2.5 \cdot \frac{6.5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot 8.31 \cdot 300 = 2.5 \cdot 8.1 \cdot 10^3 = 20.25 kJ$ va nihoyat (6)

ga ko'ra $Q = \Delta W + A = 20.25 \cdot 10^3 + 8.1 \cdot 10^3 = 28.35 \cdot 10^3 J$.

5. Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi har bir siklda $7.35 \cdot 10^3 J$ ish bajaradi. Isitgichning temperaturasi $100^{\circ}C$, sovitgichning temperaturasi $0^{\circ}C$. 1) Mashinaning FIK, 2) mashinaning bir siklda isitgichdan olgan issiqlik miqdori, 3) bir siklda sovitgichga bergan issiqlik miqdorini toping.

Berilishi : $A = 73.5 \cdot 10^3 J$ $T_1 = 373K$, $T_2 = 273K$

Topish kerak $\eta = ?$, $Q_1 = ?$, $Q_2 = ?$

Yechilishi: (11) tenglamaga ko'ra quyidagicha yechamiz: $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

bunda $\eta = \frac{373 - 273}{373} \cdot 100\% = 26.8\%$. Ikkinchidan: $\eta = \frac{A}{Q_1}$,

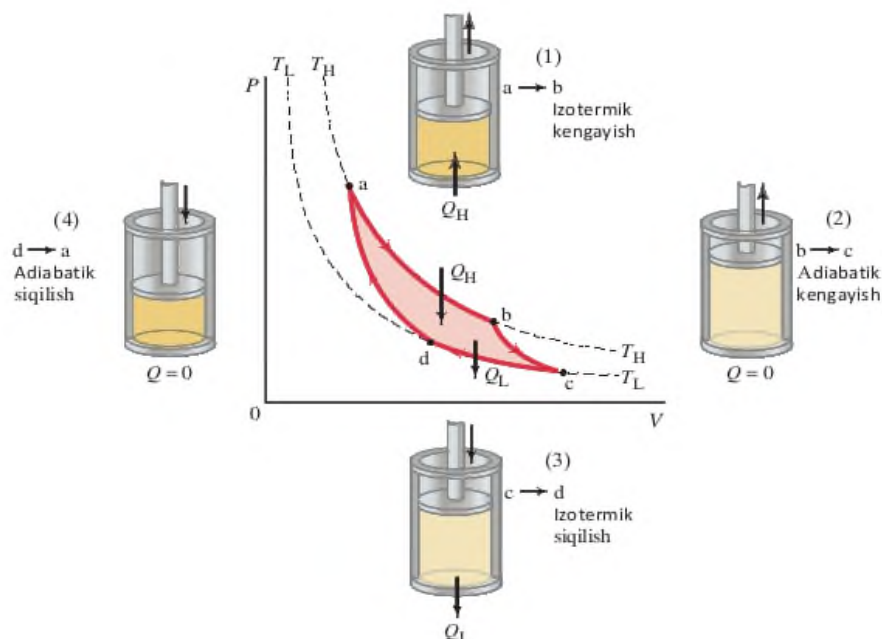
$Q_1 = \frac{A}{\eta} = \frac{73.5 \cdot 10^3}{0.268} = 274 kJ$. $Q_2 = Q_1 - A = 274 \cdot 10^3 - 73.5 \cdot 10^3 = 200 kJ$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. $7^{\circ}C$ temperaturada $1 kg$ dagi azot molekulalarining aylanma harakatining kinetik energiyasi nimaga teng? ($W_{ayl} = 8.3 \cdot 10^4 J$).

2. $P = 8 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ bosimda zichligi $\rho = 4 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan 1 kg ikki atomli gaz bor. Bu sharoitda gaz molekulari issiqlik harakatining energiyasini toping ($W = 5 \cdot 10^4 \text{ J}$).
3. Agar biror ikki atomli gazning normal sharoitda zichligi $1,43 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, bu gazning c_v va c_p solishtirma issiqlik sig'implari nimaga teng? ($c_v = 650 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, $c_p = 910 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$).
4. Agar biror gaz bir kilomolining massasi $\mu = 30 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$ ga tengligi va uning uchun $\frac{c_p}{c_v} = 1.4$ nisbati ma'lum bo'lsa, gazning c_v va c_p solishtirma issiqlik sig'imini toping ($c_v = 693 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, $c_p = 970 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$).
5. Massasi $m = 32 \text{ g}$ bo'lgan kislorodning bosimini o'zgarmas hajmda $T_1 = 273 \text{ K}$ haroratdan boshlab uch marta orttirish uchun sistemaga berilgan issiqlik miqdori va ajargan ishni toping. Kislorodning o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi $c_v = 657 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ($Q_v = 11479 \text{ J}$, $A_v = 0$).
6. Normal sharoitda $2l$ hajmli yopiq idishda m gramm azot va m gramm argon bor. Bu gaz aralashmasini 100° isitish uchun unga qancha issiqlik miqdori berish kerak? ($Q = 155 \text{ J}$).
7. Qanday temperaturada azot molekularining o'rtacha kvadratik tezligi ularning extimolligi eng katta tezligidan 50 m/s ga ortiq bo'ladi? ($T = 83 \text{ K}$).
8. Yopiq idishda 20 g azot va 32 g kislorod bor. Bu gaz aralashmasini 28 K ga sovitilganda, uning ichki energiyasining o'zgarishini toping ($\Delta W = 1000 \text{ J}$).
9. 2 kmol karbonat angidrid gazi o'zgarmas bosimda 50 K isitilgan. 1) Gaz ichki energiyasining o'zgarishi 2) kengayganda bajarilgan ish 3) gazga berilgan issiqlik miqdorini toping ($\Delta W = 2500 \text{ kJ}$, $A = 830 \text{ kJ}$, $Q = 3300 \text{ kJ}$).
10. Hajmi $V_1 = 70 \text{ m}^3$ bo'lgan xonadagi havo $P = 100 \text{ kPa}$ o'zgarmas bosimda $T_1 = 280 \text{ K}$ dan $T_2 = 300 \text{ K}$ gacha isitilgan bo'lsa, havoning kengayishida bajarilgan ishni toping. ($A_p = pV_1(\frac{T_2}{T_1} - 1) = 500 \text{ kJ}$)

11. Massasi $m=14g$ bo'lgan azot $T=250K$ haroratli izotermik ravishda $p_2=1 atm$ bosimgacha kengayganda bajarilgan ish nimaga teng bo'ladi? ($A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{P_1}{P_2} = 720J$).
12. Ikki atomli gazga $50 kal$ issiqlik berilganda, u o'zgarmas bosimda kengaygan. Gazning kengayishda bajarilgan ishini toping ($A=600J$).
13. $2 \cdot 10^5 N/m^2$ bosim ostida bo'lgan $17^{\circ}C$ temperaturali 5 litr hajmni egallagan gaz isitilganda izobarik ravishda kengaygan. Bunda gazning kengayish ishi $20 kG \cdot m$ ga teng bo'lgan. Gaz necha gradusga isitilgan? ($\Delta t = 57^{\circ}$).
14. Ko'p atomli 1 kmol gaz erkin kengaya olish sharoitida $100^{\circ}C$ isitilgan. 1) Gazga berilgan issiqlik miqdori 2) gaz ichki energiyasining o'zgarishi 3) kengayishda bajarilgan ishni toping (1) $Q = 3.32 \cdot 10^6 J$, 2) $\Delta W = 2.49 \cdot 10^4 J$ 3) $A = 8.31 \cdot 10^5 J$).
15. Ichki yonuv dvigatelining silindiridagi havo adiabatik siqiladi va bunda uning bosimi $P_1=1 atm$ dan $P_2=35 atm$ gacha o'zgaradi. Havoning boshlang'ich temperaturasi $40^{\circ}C$. Havoning siqilgandan keyingi temperaturasi toping ($T=865K$).
16. Ideal issiqlik mashinasi Karno sikli bo'yicha ishlaydi. Agar bir siklda $300 kG \cdot m$ ga teng ish bajarilganligi va sovitkichga $3.2 kkal$ issiqlik berilgani ma'lum bo'lsa siklning FIK ni aniqlang. ($\eta=18\%$)
17. 21.1-rasmdan foydalanib Karno siklini tushintiring.



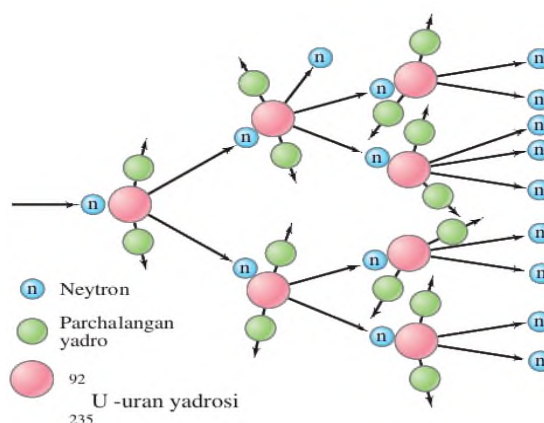
21.1-rasm

18. Ideal issiqlik mashinasi Karno sikli bo'yicha ishlaydi. Bunda isitkichdan olingan issiqlikning 80% i sovitkichga beriladi.

- Isitkichdan olingan issiqlik miqdori 1.5 kkal ga teng. 1) Siklning *FIK*
 2) To'la siklda bajarilgan ish topilsin. ($\eta = 20\%$ $A = 1.26 \cdot 10^3 J$)
19. $P = 10^6 Pa$ bosim ostida bo'lgan $V = 10 l$ hajmli havo ikki marta kengaytirilgan. Sistemaning kengayishi: a) izotermik; b) izobarik bo'lgan jarayonlarda bajarilgan ishlarni va oxirgi bosimlarni toping. ($a) A_T = 702 J$, $p_2' = 0.5 MPa$, $b) A_p = 1 kPa$, $p_2'' = 100 kPa$).
20. Karni sikli bo'yicha ishlovchi ideal issiqlik mashinasi isitkichdan olgan issiqlik miqdorining $\eta = 70\%$ ini sovutkichga beradi. Agar isitkichning harorati $T_1 = 430 K$ bo'lsa sovutkichning haroratini toping.
21. Karno sikli bo'yicha ishlovchi ideal issiqlik mashinasi isitkichining harorati $T_1 = 400 K$, sovutkichniki esa, $T_2 = 300 K$. Agar isitkichning harorati $\Delta T = 200 K$ ga ko'tarilsa, siklning *FIK* i qanchaga oshadi?

$$\left(\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{(T_1 - T_2 + \Delta T)T_1}{(T_1 - T_2)(T_1 + \Delta T)} \right).$$
22. Teskari Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi, xar bir siklda $3,7 \cdot 10^4 J$ ga teng ish bajaradi. Bunda mashina $-10^\circ C$ temperaturali jismdan issiqlik olib, $17^\circ C$ jismga issiqlik beradi. 1) Siklning *FIK* 2) bir siklda sovuq jismdan olingan issiqlik miqdori 3) bir siklda issiq jismga berilgan issiqlik miqdorini toping. (1) $\eta = 0.093$ 2) $Q_3 = 360 J$ 3) $Q_1 = 397 kJ$).
23. Ideal sovitish mashinasi teskari Karno sikli bo'yicha issiqlik nasosidek ishlaydi. Bunda mashina $2^\circ C$ temperaturali suvdan issiqlik oladi va uni $27^\circ C$ temperaturali xavoga beradi. 1) Biror vaqt oralig'ida xavoga berilgan issiqlik miqdorini shuncha vaqtda suvdan olingan issiqlik miqdoriga bo'lgan nisbatidan iborat η_1 koeffitsiyent 2) biror vaqt oralig'ida suvdan olingan issiqlik miqdorini shuncha vaqt oralig'ida mashinaning ishlashi uchun sarflangan energiyaga bo'lgan nisbatidan iborat η_2 koeffitsiyent (η_2 -mashinaning sovitish koeffitsiyenti deyiladi). 3) Biror vaqt oralig'ida mashinaning ishlashi uchun sarflangan energiyani shuncha vaqt xavoga berilgan issiqlik miqdoriga bo'lgan nisbatidan iborat η_3 koeffitsiyent (η_3 siklning *FIK*) topilsin. Va *FIK* larning bog'lanishlarini toping ($\eta_1 = 1.09$, $\eta_2 = 11$, $\eta_3 = 0.083$).

§22. Yadro fizikasi



- Bog'lanish energiyasi

$$W = c^2 \Delta m \quad (1)$$

Bunda Δm yadroni tashkil qiluvchi zarralar massasi bilan yadroning o'zining massasi orasidagi farq bo'lib massa "defekti" deyiladi va u quyidagiga teng:

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{ya} \quad (2),$$

bunda Z – tartib raqami.

m_p – protonning massasi;

m_n – neytronning massasi;

m_{ya} – izotop yadrosining massasi bo'lib u uchun $m_{ya} = m_a - Zm_e$ o'rinli,

bunda m_a – berilgan izotop massasi;

m_e – elektron massasi;

A – massa soni bo'lib u quyidagiga teng:

$$A = Z + N \quad (3)$$

Bunda N va Z mos holda neytron va protonlar soni bo'lib barcha elektronlar uchun quyidagicha yozish qabul qilingan: ${}_Z X^A$, bunda X – element va Z ni yadro atomining nomeri deyish mumkin.

- Yadro reaksiyasi sodir bo'lganda energiyani o'zgarish quyidagicha ifodalanadi.

$$Q = c^2 (\sum_i m_{1i} - \sum_i m_{2i}) \quad (4)$$

Bunda: $\sum_i m_{1i}$ – zarralarning reaksiyagacha bo'lgan massalari yig'indisi,

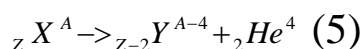
$\sum_i m_{2i}$ – zarralarning reaksiyasidan keying massalari yig'indisi

Shuni ta'kidlash kerakki, agar $\sum_i m_{1i} > \sum_i m_{2i}$ bo'lsa u holda reaksiya jarayonida energiya yutiladi, agar $\sum_i m_{1i} < \sum_i m_{2i}$ bo'lsa u holda reaksiya jarayonida energiya ajraladi. Energiya ajralgan yadro reaksiyasiga ekzotermik, energiya yutilgan yadro reaksiyasiga endotermik reaksiya deyiladi.

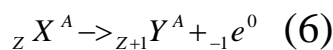
- Yadroning bog'lanish energiyasini MeV larda hosil qiladigan bo'lsak u holda (1) va (2) tenglamaga ko'ra:

$$W = 931 \frac{MeV}{m.a.b.} \Delta m = 931 \frac{MeV}{m.a.b.} [Zm_p + (A-Z)m_n - m_{ya}]$$

- Alfa siljish qonuni:



- Betta siljish qonuni:



- Radioaktiv parchalanish qonuni:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (7)$$

- Radioaktiv moddaning yarim yemirilish davri yemirilish doimiysi bilan quyidagicha bog'langan:

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad (8)$$

Masala yechish namunalari

1. Magniyning uchta izotopi: 1) ${}_{12}Mg^{24}$, 2) ${}_{12}Mg^{25}$ va 3) ${}_{12}Mg^{26}$ yadrolari tarkibidagi proton va neytronlar sonini toping.

Yechilishi : Yadro huddi atom kabi quyidagicha ifodalanadi: ${}_Z^A X$. Bunda X – element belgisi, A – massa soni, Z – atom raqami yoki yadrodagi protonlar soni. Bularni bilgan holda masalalarni quyidagicha yechamiz:
a) yadro ${}_{12}^{24}Mg$ yoki ushbu izotop 12 ta protondan iborat. (3) ga ko'ra $N = A - Z = 24 - 12 = 12$ ta neytronda iborat. Masalani qolgan shartlari huddi shu kabi ifodalanadi.

2. Geliy ${}_2He^4$ atom yadrosining bog'lanish energiyasini toping.

Yechilishi: (1) ga ko'ra yadroning bog'lanish energiyasi quyidagiga teng: $W = c^2 \Delta m$. (2) ga ko'ra esa massa defekti uchun quyidagini yozish mumkin:

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{ya}$$

Ikkinchi tomondan $m_{ya} = m_a - Zm_e$ bo'lganligi uchun yuqoridagilarga ko'ra:

$$\Delta m = Zm_{1H} + (A - Z)m_n - m_a$$

Buni (1) ga qo'ysak

$$W = c^2 [Zm_{1H} + (A - Z)m_n - m_a]$$

${}^4_2\text{He}$ - geliy uchun : $A = c_1$, $Z = z$, $m_a = 4m.a.b.$, $m_{1H} = 1m.a.b.$ va $m_n = 1m.a.b.$

bo'lganligi uchun $W = 28.6\text{MeV}$ kelib chiqadi.

3. ${}_3\text{Li}^7 + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_2\text{H}^4 + {}_2\text{He}^4$ yadro reaksiyasida ajraladigan energiyani toping.

Yechilishi : Yadro reaksiyasi davrida energiyaning o'zgarishi uchun (4) ga ko'ra quyidagini yozamiz:

$$Q = c^2 (\sum_i m_{1i} - \sum_i m_{2i})$$

Ba'zi izotoplarning massalari (m.a.b.)

Izotop	Massa	Izotop	Massa	Izotop	Massa
${}_1\text{H}^1$	1,00814	${}_4\text{Be}^9$	9,01505	${}_{14}\text{Si}^{30}$	29,98325
${}_1\text{H}^2$	2,01474	${}_5\text{Be}^{10}$	10,01612	${}_{20}\text{Ca}^{40}$	39,97542
${}_1\text{H}^3$	3,01700	${}_6\text{C}^{12}$	12,00380	${}_{27}\text{Co}^{56}$	55,95769
${}_2\text{He}^3$	3,01699	${}_7\text{N}^{13}$	13,00987	${}_{29}\text{Cu}^{63}$	62,94962
${}_2\text{He}^4$	4,0388	${}_7\text{N}^{14}$	14,00752	${}_{48}\text{Cd}^{113}$	112,94206
${}_3\text{Li}^6$	6,01703	${}_8\text{O}^{17}$	17,00453	${}_{50}\text{Hg}^{200}$	200,02800
${}_3\text{Li}^7$	7,01823	${}_{12}\text{Mg}^{23}$	23,00145	${}_{92}\text{U}^{235}$	235,11750
${}_4\text{Be}^7$	7,01916	${}_{12}\text{Mg}^{24}$	23,99267	${}_{92}\text{U}^{238}$	238,12376
${}_4\text{Be}^8$	8,00785	${}_{13}\text{Al}^{27}$	26,99010	-	-

Jadvalga ko'ra $\sum_i m_{1i}$ uchun $\sum_i m_{1i} = (7,016 + 1,008) = 8,023$ va $\sum_i m_{2i}$ uchun esa $\sum_i m_{2i} = 4,0026 + 4,0026 = 8,0052$. Bularni hisobga olgan holda (1) dan Q ni hisoblang. Javob: $17,3 \cdot 10^6 \text{ms}$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

- Geliy ${}_2\text{He}^4$ atom yadrosining bo'glanish energiyasini toping (225 MeV).
- 1) ${}_1\text{H}^3$ va 2) ${}_2\text{He}^3$ yadrolarining bo'glanish energiyasini toping . Bu yadrolardan qaysi biri eng barqaror ? (1) $W = 8.5 \text{ MeV}$, 2) $W = 7.7 \text{ MeV}$).
- Kislorod atomi yadrosidagi ${}_8\text{O}^{16}$ bitta nuklonga to'g'ri keluvchi bog'lanish energiyasini toping. Javob : $W_0 = 7.97 \text{ MeV}$.
- Deyteriy yadrosining ${}_1\text{H}^2$ bog'lanish energiyasini toping ($W = 2.2 \text{ MeV}$).
- ${}_7\text{N}^{14} + {}_2\text{H}^4 \rightarrow {}_1\text{H}^1 + {}_8\text{O}^{17}$ reaksiyasida yutilgan energiyani toping (1.18 MeV).

6. 1) ${}_1H^2 + {}_1H^2 \rightarrow {}_1H^1 + {}_1H^3$, 2) ${}_1H^2 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^{81} + {}_0n^1$ yadro reaksiyalarida ajraladigan energiyani toping (1) $4.04 MeV$ 2) $3.26 MeV$).
7. ${}_3Li^7 + {}_1H^2 \rightarrow {}_4Be^8 + {}_0n^1$ reaksiyasida ajraladigan energiyani toping ($15 MeV$).
8. Yarim yemirilish davri $T = 1620$ yil bo'lgan radiy atomlari soni $N_0 = 5 \cdot 10^8$ bo'lsa $t = 1$ sutkada yemirilgan atomlar sonini toping. ($\Delta N = 576ta$).
9. ${}_{92}U^{235}$ izotopi yadrosining massa defekti va bog'lanish energiyasini toping ($\Delta m = 3.18 \cdot 10^{-27} kg$, $W_0 = 1.79 \cdot 10^3 MeV$).
10. I.V. Kurchatov nomidagi Beloyarsk atom elektr stansiyasining blok gineratori $FIK - \eta = 40\%$ va quvvati $N = 600 MW$ bo'lgan reaktorning issiqlik quvvati va bir sutkada ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini toping. Agar uran ${}_{92}U^{235}$ izotopi yadrosining bo'linishida $\Delta W = 200 MeV$ energiya ajralib chiqsa, reaktorda bir sutkada qancha massali uran sarf bo'ladi? $N = 1.5 \cdot 10^3 MW$, ($Q = 1.3 \cdot 10^{14} J$, $m = 1.6 kg$).
11. $VVER = 400$ tipidagi suv reaktori har birining quvvati $N = 220 MW$ dan bo'lgan ikkita turbogineratorni harakatga keltiradi. Agar har bir oyda $m = 44.55 kg$ uran ${}_{92}U^{235}$ izotopi sarflansa, generatorning FIK ni toping. $\eta = 30\%$
12. ${}_{81}Tl^{210}$ izotopi yadrosi uch karra ketma-ket beta yemirilish va bir karra alfa yemirilishdan keyin qanday element yadrosiga aylanadi? Parchalanish reaksiyasi tenglamasini tuzing. (${}_{82}P^{206}$ ga, ${}_{81}Tl^{210} \rightarrow {}_{82}P^{206} + 3\beta + \alpha$).
13. 1) ${}_{13}Al^{27} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{11}Si^{30} + {}_1H^1$ reaksiyada 1g alyuminiyning barcha yadrolari boshqa yadroga aylansa qancha energiya ajrab chiqadi? 2) Alyuminiy yadrolari 8 MeV energiyali α -zarrachalar bilan bombardimon qilinganida $2 \cdot 10^8$ zarrachadan bitta α -zarracha boshqa yadroga aylantirsa, bu reaksiyaga qancha energiya sarflash kerak bo'ladi? (1) $W_1 = 5.35 \cdot 10^{22} MeV$ 2) $W_2 = 3.6 \cdot 10^{20} MeV$).
14. Yadro fizikasida nishonni bombardimon qiluvchi zaryadli zarrachalar sonini ularning mikroamper-soat bilan ifodalangan umumiy zaryadi bilan harakterlash qabul qilingan $. 1 mA \cdot s$ qancha zaryadli zarralar soniga to'g'ri kelishini toping. Masalani : 1) elektronlar va 2) α -zarralar uchun yeching (1) $N = 2.2 \cdot 10^{16}$ 2) $N = 1.1 \cdot 10^{16}$).
15. ${}_{11}Na^{23}$ izotopning qo'zg'almas yadrosi bilan neytron markaziy elastik to'qnashgandan so'ng uning tezligi dastlabki tezligining qancha ulushini tashkil qiladi? (92%).

16. Zarb markaziy bo'lmay, neytron har to'qnashganida o'rta hisobda 45° ga og'sa, bundan oldingi masalada neytron bilan proton o'rtasidagi energiya taqsimotini toping. (Binobarin energiya neytron bilan proton o'ratasida o'rta hisobda baravar taqsimlanadi).
17. 4.6MeV energiyali neytron protonlar bilan to'qnashish natijasida sekinlashadi. Neytron har to'qnashganda o'rta hisobda 45° og'adi deb hisoblab, uning energiyasi 0.23eV gacha kamayishi uchun necha marta to'qnashishi kerakligini toping ($n\lg 2 = \lg \frac{W_0}{W} = \lg(2 \cdot 10^7)$ va $n = \frac{\lg(2 \cdot 10^7)}{\lg 2} = 24$).
18. Yulduzlarda sodir bo'ladigan termoyadro (sintez) reaksiyasida $m_H = 50000\text{ kg}$ vodorod $m_{He} = 49644\text{ kg}$ geliyga aylanganda ajraladigan energiyani toping ($Q = 3.204 \cdot 10^{19}\text{ J}$).
19. Kosmik nurlardagi tez mezonlarning energiyasi tazminan 300 MeV ; bu mezonning tinch holatdagi energiyasi 100 MeV . Laboratoriya soati bo'yicha bu mezon yashash vaqtida atmosferada qancha masofani bosib o'tadi? Mezonning hususiy yashash vaqti $\tau_0 = 2 \cdot 10^{-6}\text{ s}$ (18 km masofani o'tadi).

3-BOB. FIZIKADAN MASALALAR YECHISHDA DASTURIY VOSITALARDAN FOYDALANISH USULLARI

§23. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida MathCAD dasturiy vositasidan foydalanish

MathCAD dasturiy vositasi va uning imkoniyatlari

Matematikada ifodalar, formulalar qanday yozilsa MathCAD tizimida ham xuddi shunday, o'zgarishsiz, tabiiy ko'rinishda yoziladi. MathCAD yordamida formulalar faqatgina chiroyli yozilmasdan balki masalani sonli yoki simvolli yechish imkoniyatiga ega. MathCAD o'zining yordamchi tizimiga ega. Har qanday tenglama atrofida ixtiyoriy matnni joylashtirish mumkin, bu esa hisoblash jarayonini izohlash uchun juda zarur.

MathCAD yordamida nafaqat matematikaga doir masalalarni yechish mumkin balki bu dastur yordamida ilmiy – uslubiy materiallarni, dissertatsiya ishlarini, bitiruv malakaviy ishlarini, kurs ishlarini bajarish imkoniyati mavjud, chunki MathCAD yordamida matematik formulalarni, matnlarni, grafiklarni juda chiroyli qilib ifodalash mumkin, bundan tashqari MathCAD yordamida yuqori darajadagi elektron darsliklar yaratish imkoniyati mavjud.

MathCAD matematik dasturlash muhitida ishlashning yaqqol ajralib turadigan quyidagi imkoniyatlarini ajratib ko'rsatish mumkin:

- MathCAD muhitida matematik ifoda, qabul qilingan ya'ni tabiiy ko'rinishda ifodalanadi. Masalan, daraja yuqorida, indeks pastda, integralning yuqori va quyi chegaralari esa an'anaviy joyida turadi;
- MathCAD muhitida DASTURLASH va uni BAJARILISH jarayoni parallel kechadi. Foydalanuvchi MathCAD-hujjatida yangi ifoda kiritar ekan, uning qiymatini birdaniga hisoblash va ifodani kiritishda yo'l qo'yilgan yashiringan xatoliklarni ko'rish imkoniyati mavjud;
- MathCAD paketi yetarli darajada qudratli matematik apparat bilan qurollanganki, ular orqali tashqi protseduralarni chaqirmasdan turib paydo bo'ladigan muammolarni hal qilishimiz mumkin.

MathCAD muhiti:

- ✓ (Chiziqli va chiziqli bo'lmagan) algebraik tenglama va tizimlarni yechish;
- ✓ Oddiy differensial tenglama va tizimlarni (Koshi masalasi va chegaraviy masala) yechish;

- ✓ Xususiy hosilali differensial tenglamalarni yechish;
- ✓ Berilganlarga statik qayta ishlov berish (interpolyatsiya, ekstrapolyatsiya, approksimatsiya va ko'pgina boshqa amallar);
- ✓ Vektor va matritsalar bilan ishlash (Chiziqli algebra va boshqalar);
- ✓ Funktsional bog'liqlikning maksimum va minimumini izlash kabi masalalarni oson, ko'rgazmali hal qilishga katta imkon beradi.

MathCAD paketi matematik va fizik-kimyoviy formulalarga, hamda o'zgarmlarga asoslangan yordamchi qo'llanmalar bilan boyitilgan.

MathCAD paketida turli sohalar bo'yicha elektron darsliklar yaratish mumkin.

Foydalanuvchi o'z oldiga qo'yilgan masalani yechish bilan cheklanibgina qolmay, fizikaviy masalalarni yechishda o'lchamlarni hisobga olish imkoniyatiga ega. Bunda foydalanuvchi tegishli birliklar tizimi tanlashi mumkin.

Bundan tashqari MathCAD muhiti animatsiya vositasi bilan qurollangan, bunda tuzilgan modellarni nafaqat statik (o'zgarmlar), balki dinamik (animatsion kliplar) holda yaratish imkoniyati mavjud.

MathCAD muhiti belgili matematika elementlari bilan boyitilgan bo'lib, bunda masalani nafaqat sonli yechish, balki analitik usulda ham yechishga imkoniyat yaratilgan.

MathCAD muhitidan chiqmagan holda boshqa serverdagi hujjatlarni ishlatish va Internet tavsiya qiladigan yuqori axborot texnologiyalari imkoniyatlaridan foydalanish mumkin.

Masala yechish namunalari

1. Yerni elektr o'tkazuvchan va radiusi $R = 6400km$ bo'lgan shar deb qabul qilib, uning sirti yaqinidagi elektr maydon kuchlanganligi $E = 100V/m$ ga teng bo'lganda, undagi zaryad miqdori q va uning potentsiali φ aniqlansin.

Berilgan	$R := 6400000m$	$E := 100 \frac{N}{C}$	$k := 9 \cdot 10^9 N \cdot \frac{m^2}{C^2}$
Yechilishi	$q := E \cdot \frac{R^2}{k}$	$q = 4.551 \times 10^5 C$	
	$\psi := k \cdot \frac{q}{R}$	$\psi = 6.4 \times 10^8 V$	+

2. Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqli harakat qonuni $x = A + Bt + Ct^2$ ko'rinishga ega, bu yerda, $A = 4m, B = 2m/s, C = -0.5m/s^2$. Vaqtning $t_1 = 2s$ vaqt momenti uchun oniy tezligi v_1 va oniy tezlanish a_1 topilsin.

Berilgan

$$A := 4m \quad B := 2 \frac{m}{s} \quad C := -0.5 \frac{m}{s^2}$$

$$x(t) := A + B \cdot t + C \cdot t^2$$

Yechilishi

$$v(t) := \frac{d}{dt}x(t) \rightarrow 2 \cdot \frac{m}{s} - 1.0 \cdot \frac{m}{s^2} \cdot t \quad a(t) := \frac{d}{dt}v(t) \rightarrow -1.0 \cdot \frac{m}{s^2}$$

$$t := 2s$$

$$x(t) = 6m$$

+

$$v(t) = 0 \frac{m}{s}$$

$$a(t) = -1 \frac{m}{s^2}$$

3. Hajmi $V = 12l$ ballon $P = 8.1MPa$ bosimda va $t = 17^{\circ}C$ haroratda azot bilan to'ldirilgan. Ballonda qanday miqdorda azot joylashgan?

Berilgan

$$V := 12 \cdot 10^{-3} m^3 \quad P := 8.1 \cdot 10^6 Pa \quad T := 290K \quad R := 8.31 \frac{J}{mol \cdot K}$$

Yechilishi

$$v := P \cdot \frac{V}{R \cdot T} \quad v = 40.334 mol$$

4. Hajmi $V = 1mm^3$ bo'lgan suvdagi molekular soni N ni va suv molekulasining massasi m_0 ni aniqlang. Shartli ravishda, suv molekularini shar shaklida deb, o'zaro bir-biriga tegib turganda, molekula diametri d ni toping.

Berilgan

$$V := 10^{-6} m^3 \quad \mu := 0.018 \frac{kg}{mol} \quad N_A := 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol} \quad \rho := 1000 \frac{kg}{m^3}$$

Yechilishi

$$m_0 := \frac{\mu}{N_A} \rightarrow 3.000000000000000000000001 \cdot 10^{-26} \cdot kg$$

$$mass := \rho \cdot V \quad mass = 1 \times 10^{-3} kg \quad N := \frac{(mass \cdot N_A)}{\mu} \quad N = 3.333 \times 10^{22}$$

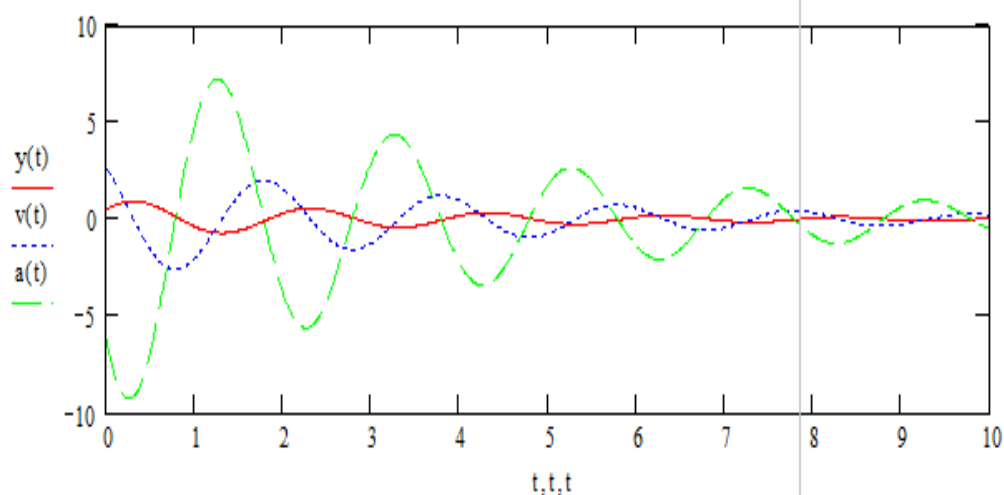
$$d := \sqrt[3]{\frac{\mu}{\rho \cdot N_A}} \quad d = 3.107 \times 10^{-10} m$$

5. So'navchi tebranma harakatda siljish tenglamasi $y = e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi)$ qonuni bo'yicha o'zgarib bormoqda. Siljish, tezlik va tezlanishning vaqtga bog'lanish tenglamalarini yozing va grafigini chizing. Bu yerda $\delta = 0.25, \omega = \pi \text{ rad}, \varphi = \pi/6 \text{ rad}$ ga teng deb oling.

$$y(t) := e^{-0.25 \cdot t} \sin\left(\pi \cdot t + \frac{\pi}{6}\right)$$

$$v(t) := \frac{d}{dt}y(t) \rightarrow -0.25 \cdot \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \sin\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) + \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \cos\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) \cdot \pi$$

$$a(t) := \frac{d}{dt}v(t) \rightarrow 0.625 \cdot 10^{-2} \cdot \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \sin\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) - 0.50 \cdot \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \cos\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) \cdot \pi - \exp(-0.25 \cdot t) \cdot \sin\left(\pi \cdot t + \frac{1}{6} \cdot \pi\right) \cdot \pi^2$$



6. Magnitlanmagan o'zaksiz toroid o'ramlaridan $I = 0.6 \text{ A}$ tok o'tkazildi. Diametri $d = 0.4 \text{ mm}$ bo'lgan simlar bir-biriga zich qilib o'ralgan. Agar toroidning o'rta chiziq diametri $D = 0.3 \text{ m}$ va kesim yuzasi $S = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ bo'lsa, uning induktivligi aniqlansin.

Berilgan	$I := 0.6 \text{ A}$	$d := 0.4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	$D := 0.3 \text{ m}$	$S := 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
	$\mu := 1$	$\mu_0 := 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}}$		
Yechilishi	$n := \frac{1}{d}$	$n = 2.5 \times 10^3 \frac{1}{\text{m}}$	$V := \pi D \cdot S$	$V = 3.77 \times 10^{-4} \text{ m}^3$
	$L := \mu \cdot \mu_0 \cdot n^2 V$	$L = 2.961 \times 10^{-3} \text{ H}$		

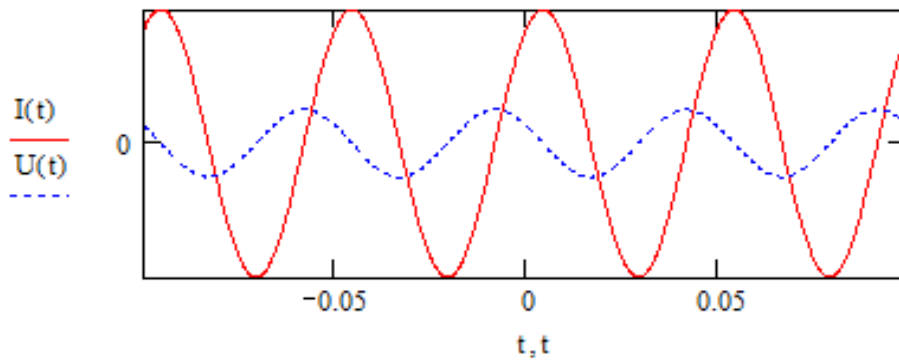
+

7. G'altakdagi o'zgaruvchan tok kuchining tebranishi $I = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$ qonun bo'yicha o'zgarmoqda, tokning va kuchlanishning vaqtga bog'lanish grafigini chizing. Bu yerda $I_0 = 1\text{mA}$, $\omega = 40\pi\text{rad/s}$, $\varphi_0 = \pi/3\text{rad}$, g'altak induktivligi $L = 2\text{mH}$.

Berilgan $I_0 := 0.001\text{A}$ $\omega := 20 \cdot \frac{1}{s}$ $\varphi_0 := \frac{\pi\text{rad}}{3}$ $L := 0.002\text{H}$

Yechish $I(t) := 0.001 \cdot \sin\left(40 \cdot \pi \cdot t + \frac{\pi}{3}\right) \rightarrow 1 \cdot 10^{-3} \cdot \sin\left(40 \cdot \pi \cdot t + \frac{1}{3} \cdot \pi\right)$

$U(t) := L \cdot \frac{d}{dt} I(t) \rightarrow 8.0000000000000000000000 \cdot 10^{-5} \cdot \text{H} \cdot \cos\left(40 \cdot \pi \cdot t + \frac{1}{3} \cdot \pi\right) \cdot \pi$



8. Gorizontga α burchak ostida g_0 boshlang'ich tezlik bilan otilgan jism trayektoriyasi paraboladan iborat. Harakatlanish tenglamasini vertikal y o'qi bo'yicha $y = g_y t - g t^2 / 2$ (1), x o'qi bo'yicha esa $x = g_x t$ (2) ko'rinishda yozish mumkin. Boshlang'ich tezlikning vertikal va gorizonttal o'qlardagi proyeksiyalari mos ravishda $g_y = g_0 \sin \alpha$, $g_x = g_0 \cos \alpha$.

Harakatlanish vaqtining $t = \frac{x}{g_x} = \frac{x}{g_0 \cos \alpha}$ ga teng qiymatini (2)

tenglamaga qo'ysak, $y = g_0 \sin \alpha \frac{x}{g_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{g_0 \cos \alpha}\right)^2 \rightarrow$

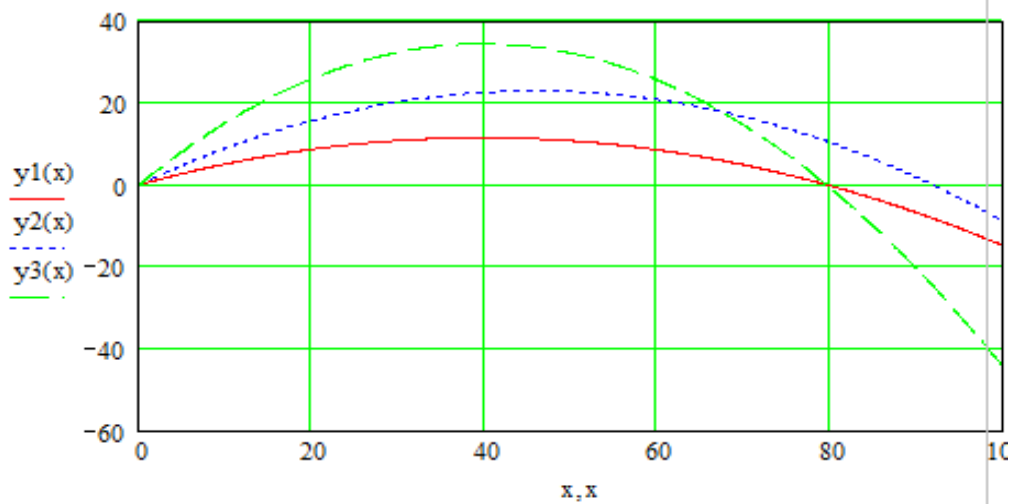
$$y = tg\alpha x - \frac{g}{2g_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (3)$$

tenglikka ega bo'lamiz. (3) tenglamadan x - argument, y - funksiya deb qarajak uning grafigi paraboladan iborat bo'ladi. Ushbu funksiya grafigini MathCAD dasturiy tizimidan foydalanib uch xil $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ otilish burchaklari uchun bitta koordinatalar sistemasida o'rganamiz.

$$v_0 := 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \alpha_1 := \frac{\pi}{6} \quad \alpha_2 := \frac{\pi}{4} \quad \alpha_3 := \frac{\pi}{3}$$

$$y_1(x) := \tan(\alpha_1) \cdot x - \frac{g \cdot x^2}{2v_0^2 (\cos(\alpha_1))^2} \quad y_2(x) := \tan(\alpha_2) \cdot x - \frac{g \cdot x^2}{2v_0^2 (\cos(\alpha_2))^2}$$

$$y_3(x) := \tan(\alpha_3) \cdot x - \frac{g \cdot x^2}{2v_0^2 (\cos(\alpha_3))^2}$$



§24. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida MATLAB dasturiy vositasidan foydalanish

MATLAB dasturiy vositasi va uning imkoniyatlari

Matlab – matematik va ilmiy-texnik hisoblashlarni amalga oshirishga mo'ljallangan eng qadimiy, uzoq vaqtlar davomida ishlab chiqilgan va tekshirilgan, avtomatlashtirilgan tizimlardan biri bo'lib, u matrisa va matrisaviy amallarni kengaytirilgan talqini ustiga qurilgan. Mazkur tushuncha uning nomida o'z aksini topgan, ya'ni **MATLAB – matrix laboratory – matrisali laboratoriya**. Ma'lumki, juda ko'plab dasturlar va ular ustida amallar bajarish sikllar orqali amalga oshiriladi. Bu esa dasturni ishlashini sekinlashtiradi va ba'zi bir amallarni bajarishni dasturlash tillarida ko'p o'lchamli, xususan, ikki o'lchamli, ya'ni matrisalarni e'lon qilishni murakkablashtiradi. Matlabda asosiy ob'ekt sifatida matrisalardan foydalanish sikllar sonini keskin kamaytiradi.

Matlab tizimini yaratishdagi asosiy maqsadlardan biri bo'lib, texnik va matematik xisoblashlarga yo'naltirilgan, foydalanuvchi uchun qulay va sonli usullarni amalga oshirish uchun tadbiiq etib kelinayotgan

an'anaviy dasturlash tillari imkoniyatlaridan ustunroq dasturlash tilini yaratish hisoblanadi. Mazkur tizimni yaratishda hisoblashlar tezligini oshirishga hamda tizimning turli xil masalalarini hal qilishga moslashuvchanligiga katta e'tibor qaratilgan.

Matlab tizimi dasturlashning uchta asosiy konsepsiyasini amalga oshiradi:

- modullarni, ya'ni protsedura va funksiyalarni yaratishga asoslangan protsedura modulli dasturlash;
- ob'ektga yo'naltirilgan dasturlash (ayniqsa, tizimning grafikli vositalarini joriy qilish ahamiyati);
- foydalanuvchining grafikli interfeysini yaratishga mo'ljallangan vizual-yo'naltirilgan dasturlash (GUI-Graphics User Interface).

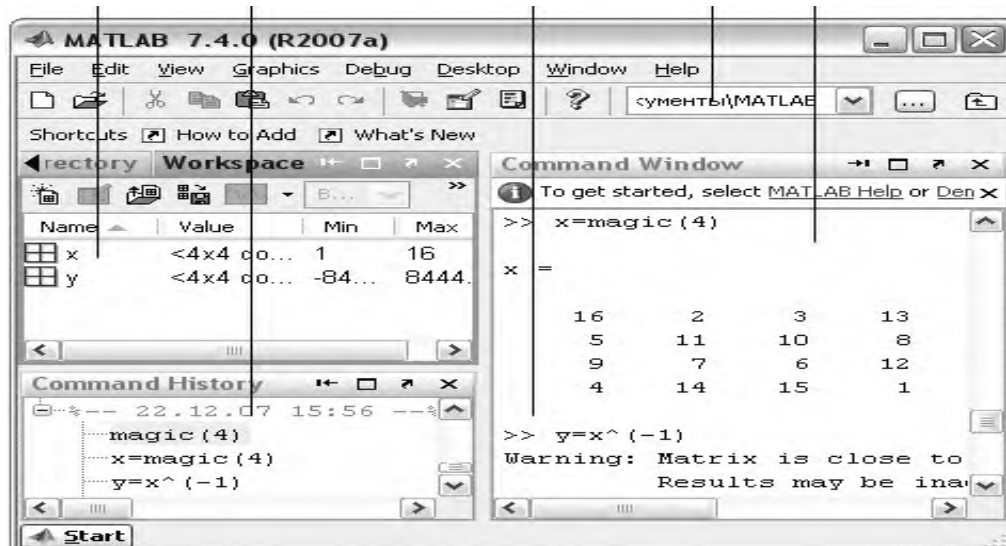
Umuman olganda, Matlab dasturlash tili interpretatorlar sinfiga kiradi. Demak, bundan kelib chiqadiki, tizimning har bir buyrug'i nomi bo'yicha aniqlanadi va zudlik bilan joriy qilinadi. Bu esa ixtiyoriy dasturiy kodni qism-qism bo'yicha tekshirishni osonlashtiradi.

Tizimning asosiy imkoniyatlardan biri bu uning ochiqligi va kengaytirish mumkinligidir.

Tizimning juda ko'plab buyruq va funksiyalari matnli formatdagi m -fayl (kengaytmasi ".m") va C/C++ fayllari ko'rinishida bo'lib, barcha fayllarni modifikasiya qilish mumkin.

Matlab dasturiy ta'minot o'rnatish jarayoni boshqa dasturlardan farqlanmaydi. Matlab dasturi ishga tushirilganda unda asosan quyidagi oynalar ko'rinadi.

Ishchi qism	Tarix oynasi	Funksiya chiqarish satri	Ayni paytdagi katalog	Buyruqlar oynasi
-------------	--------------	--------------------------	-----------------------	------------------



Matlab tizimini ishga tushgandan keyingi ishchi oynasi

1. Buyruqlar oynasi (Command Window);
2. Brouzerning ishchi qismi (Workspace Browser);
3. Massiv muharriri (Array Editor);
4. Buyruqlar tarixi oynasi (Command History);
5. Ayni vaqtdagi katalog brouzeri (Current Directory Browser);
6. Start tugmasi (Start);
7. Browser so'rovnomasi (Help Browser);
8. Muharrir (Editor/Debugger);
9. Sharhlovchi (Profiler).

Asosiy buyruqlar oynasi MATLAB dagi barcha buyruqlarni paketlarni va kutubxonalarni e'lon qilish oynasi hisoblanadi.

O'zgaruvchilar oynasi dastur tarkibida e'lon qilingan o'zgaruvchilarni daraxt ko'rinishida ifodalab boradi.

Buyruqlar tarixi oynasida esa dasturda bajarilayotgan buyruqlar ketma-ketligi saqlanib qoladi.

Matlabda **seans** ishi tushunchasi **sessiya (session)** deb yuritiladi, ya'ni foydalanuvchi ayni vaqtda foydalanayotgan xujjat – bu **sessiya**dir. Unda kiritish-chiqarish satrlari va xatoliklar haqida axborot joylashgan bo'ladi. Matlab sessiyaga kiruvchi barcha o'zgaruvchi va funksiyalar qiymatlari xotiraning ishchi qismida joylashgan bo'ladi. Save (saqlash) buyrug'i yordamida ularni (matlab.mat) – da saqlash mumkin. Load (yuklash) buyrug'i esa ma'lumotlarni diskdan ishchi sohaga kiritish imkonini beradi. Diary (kundalik) buyrug'i orqali ma'lumotlarni ayrim qismlarini kundalik ko'rinishida saqlash mumkin.

Buyruqlar oynasini boshqarish buyruqlaridan eng muhimlarini keltiramiz:

- ✓ `clc` – ekranni tozalaydi va kursorni bo'sh ekranning yuqori chap qismiga joylashtiradi;
- ✓ `home` – kursorni ekranning yuqori chap qismiga qaytaradi. Jadal su'ratlar bilan rivojlanib borayotgan kompyuterlashgan matematik tizimlar (KMT), ayniqsa, sonli hisoblashlarga yo'naltirilgan tizimlar orasida Matlab matrisali matematik tizim alohida ajralib turadi. Matlab tizimini tashkil qiluvchi paketlar soni ko'pligi uning juda ko'plab soha masalalarini hal qilishga joriy etish imkoniyatini beradi. Hozirgi kunga kelib Matlab tizimi zamonaviy matematik va ilmiy-texnikaviy dasturiy ta'minoti sohasida deyarli jahon standarti bo'lib qoldi.

Umuman olganda, ma'lumotlarni kiritish va hisoblashlarni amalga oshirish quyidagicha amalga oshiriladi:

Boshlang'ich ma'lumotlarni kiritishni ko'rsatish uchun >> belgidan foydalaniladi;

Ma'lumotlar oddiy yozuvli tahrir yordamida kiritiladi;

Sozlangan funksiyalar (masalan, sin) yozma xarflar bilan yoziladi, hamda ularning argumentlari oddiy qavslar ichida yoziladi;

Ma'lumki, o'zgaruvchilar kompyuter xotirasida, ya'ni ishchi soha (workspace) da ma'lum bir joy egallaydi. Ishchi sohani keraksiz o'zgaruvchilardan tozalash uchun **clear** funktsiyasining turli xil ko'rinishlaridan foydalaniladi, masalan:

clear - barcha aniqlangan o'zgaruvchilarni yo'qotish;

clear x - aniqlangan x o'zgaruvchini yo'qotish;

clear a, b, c - aniqlangan bir necha o'zgaruvchilarni yo'qotish.

AMDP neyron to'ri, elektrotexnik qurilmalarni modellashtirish, murakkab matematik masalalarni yechish, fizik jarayonlarni kompyuterda modellashtirish kabi ko'plab sohalarda qo'llash uchun yaratilgan. Shuning uchun ham bu sohani chuqur o'rganish katta ahamiyatga ega.

Masala yechish namunalari

1. Quyoshning radiatsiyasi $E = 385 \cdot 10^{24} J/s$ ga teng. Quyosh massasi $M = 2 \cdot 10^{30} kg$. Quyoshning bir kunda yuqotadigan massasini va yashash vaqtini hisbiqlang. Yorug'lik tezligi $c = 3 \cdot 10^8 m/s$.

```
>> E=385e24
```

```
E =
```

```
3.8500e+026
```

```
>> E=E*24*3600
```

```
E =
```

```
3.3264e+031
```

```
>> c=3e8
```

```
c =
```

```
300000000
```

```
>> m=E/c^2
```

```
m =
```

```
3.6960e+014
```

```
>> M=2e30
```

```

M =
  2.0000e+030
>> t=M/m
t =
  5.4113e+015
>> T=t/365
T =
  1.4825e+013

```

Demak Quyosh bir kunda $3.696 \cdot 10^{14} \text{ kg}$ massasini yuqotadi, butun massasi esa $1.5 \cdot 10^{13}$ yilga yetar ekan!

2. Tunnel hajmi $V = 1000 \text{ m}^3$, absolyut temperaturasi $T = 300 \text{ K}$, bosim esa $P = 100 \text{ kPa}$, tunneldagi havo hajmi $\mu = 29 \text{ kmol/kg}$ bo'lsa massasini toping.

```

>> P=100;
>> T=300;
>> V=1000;
>> M=0.029;
>> R=8.31;
>> m=P*V*M/(R*T)
m =
  1.1633

```

3. Ishqalanish kuchining tezlikka bog'liqligi $F = \mu \frac{\rho g^2 A}{2}$ qonunga asosan aniqlanadi. Bu yerda μ – ishqalanish koeffitsiyenti, ρ – havoning zichligi, A – yuza. MATLAB dasturi yordamida ishqalanish kuchini tezlikka bog'lanish jadvalini tuzing.

```

>> F=20000;
>> zichlik=0.000001;
>> tezlik=100*0.4470;
>> A=1;
>> %cd-ishqalanish koeffitsiyenti
>> cd=F*2/(zichlik*tezlik^2*A)
cd =
  2.0019e+007
>> tezlik=0:20:200;
>> tezlik=tezlik*0.447;
>> F=cd*zichlik*tezlik.^2*A/2;
>> jadval=[tezlik',F']
jadval =

```



```

1.0e+004 *
    0    0
0.0009  0.0800
0.0018  0.3200
0.0027  0.7200
0.0036  1.2800
0.0045  2.0000
0.0054  2.8800
0.0063  3.9200
0.0072  5.1200
0.0080  6.4800
0.0089  8.0000

```

>>

Quvvati 335W va massasi 721.6kg bo'lgan ikkita Voyager1 va Voyager2 kosmik kemalar $\vartheta_1 = 3.5ab/yil$, $\vartheta_2 = 3.15ab/yil$ tezliklar bilan harakatlanmoqda. Generator quvvati orqali olinayotgan tezlanish hisoblansin.

Menudan Desktop->Editor tanlanadi va dasturi quyidagicha yoziladi:

```

clear,clc;
format short
mass=721.9;
kuch=335;
tezlik=[3.5 3.15];
tezlik=tezlik*150e9/365/24/3600
tezlanish=kuch./(mass.*tezlik)

```

Run buyrug'idan sung natija quyidagicha bo'ladi:

```

tezlik =
    1.0e+004 *
    1.6648    1.4983
tezlanish =
    1.0e-004 *
    0.2788    0.3097

```

>>

4. Yer va Oy uchun tog' chuqqisining gorizonta uzoqligi hisoblansin. Yer va Oy radiuslari mos ravishda $R_{yer} = 6378km$, $R_{oy} = 1738km$. Balandlikni 8000m gacha oling.

```

1 - format bank
2 - % balandlikni baholaymiz
3 - balandlik=0:1000:8000;
4 - % metrdan km ga o'tamiz
5 - balandlik=balandlik/1000;
6 - % Yer va Oy radiuslarini yozamiz
7 - radius=[6378,1737];
8 - % radius va balandlikni 2D turda kiritamiz
9 - [radius,balandlik]=meshgrid(radius,balandlik);
10 - %masofani hisoblaymiz
11 - masofa=sqrt(balandlik.^2+2*balandlik.*radius)
12

```

masofa =	
0	0
112.95	58.95
159.74	83.38
195.65	102.13
225.92	117.95
252.60	131.89
276.72	144.50
298.90	156.10
319.55	166.90

5. Gorizontga burchak ostida otilgan jism harakatida uchish uzoqligi

$s = \frac{g_0^2 \sin(2\theta)}{g}$ formula orqali aniqlanadi. $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ oraliqda $s(\theta)$ funksiya

grafigini chizing. Bunda, $g_1 = 50m/s$, $g_2 = 100m/s$, $g = 9.9m/s^2$ deb olinsin.

$g=9.9$;

$v1=50$;

$v2=100$;

$burchak=0:0.05:\pi/2$;

$S1=v1^2/g*\sin(2*burchak)$;

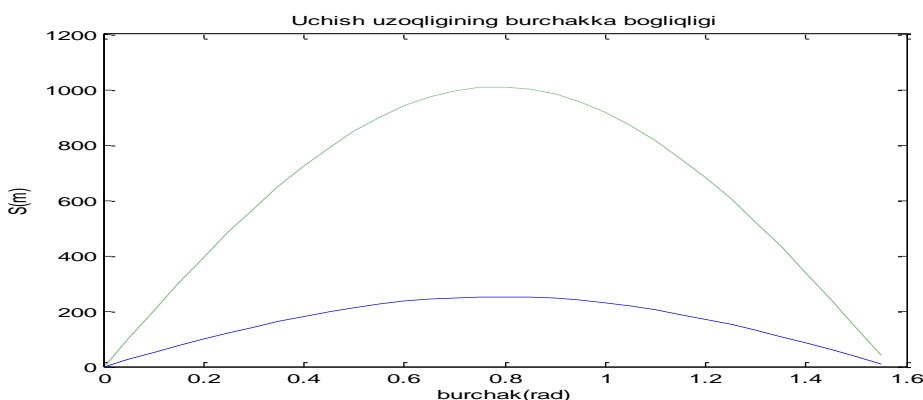
$S2=v2^2/g*\sin(2*burchak)$;

$plot(burchak,S1,burchak,S2,':')$

$xlabel('burchak(rad)')$;

$ylabel('S(m)')$;

$title('Uchish uzoqligining burchakka bogliqligi')$



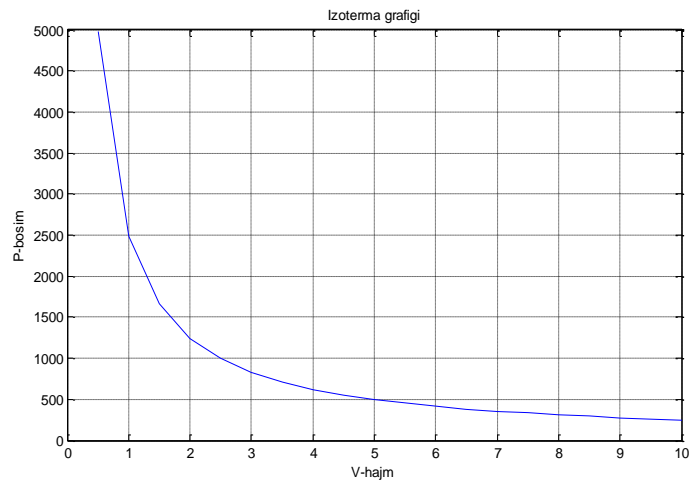
6. Modda miqdori $1mol$ bo'lgan ideal gaz o'zgarmas temperaruda $T = 300K$ da $V_1 = 1m^3$ dan $V_2 = 5m^3$ gacha kengayishda bajarilgan ishni hisoblang.

Izotermik jarayonda ideal gaz bajargan ish $A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$.

```

n=1;
R=8.31;
T=300;
P=@(V)n*R*T./V;
quad('1*8.31*300./V',1,5)
ans =
    4.0123e+003

```



```

n=1;
R=8.31;
T=300;
V=0:0.5:10;
P=n*R*T./V
plot(V,P)
xlabel('V-hajm');
ylabel('P-bosim');
title('Izoterma grafiği');

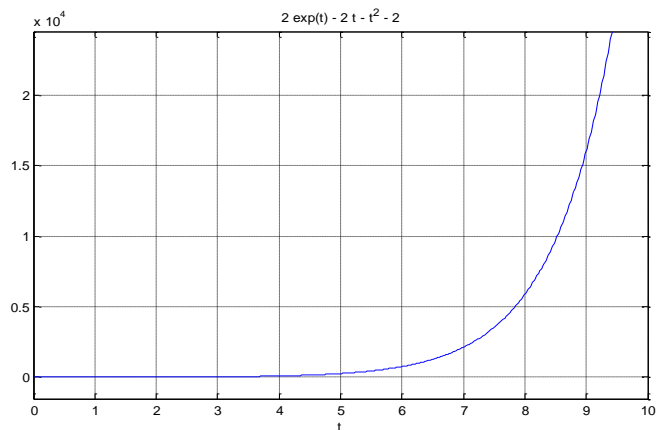
```

7. $\frac{dy}{dt} = t^2 + y$ differensial tenglama berilgan bo'lsin. Differensial tenglamani MATLAB dasturi yordamida hisoblang.

```

1) y =
dsolve('Dy=t^2+y','y(0)=0')
ezplot(y,[0,10])
y =
2*exp(t) - 2*t - t^2 - 2

```



8. Bio-Savar-Laplas qonuniniga ko'ra tokli kontur dl elementining fazoni undan biror \vec{r} masofadagi A nuqtasida hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi umumiy holda quyidagi tenglama orqali ifodalanadi: $dH = \frac{I \sin \alpha}{4\pi r^2} dl$, bunda α - kontur elementi dl bilan radius vektor \vec{r} orasidagi burchak.

Ushbu tenglamani aylana shakldagi tokli kontur uchun qo'llaymiz. Aylana shakldagi tokli konturning aylana markazida hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligini hisoblash talab qilingan bo'lsin. Kontur

elementi dl билан \vec{r} radius vektor orasidagi burchak 90° bo'lganligi uchun $\sin \alpha = 1$ bo'ladi va Bio-Savar-Laplas qonunidan $dH = \frac{I}{4\pi r^2} dl$ kelib chiqadi. Butun kontur bo'ylab integrallaymiz:

$H = \int_0^l dH = \frac{I}{4\pi r^2} \int_0^l dl = \frac{Il}{4\pi r^2} = \frac{2\pi RI}{4\pi r^2} = \frac{I}{2r}$, $r = R$ bo'lgani uchun $H = \frac{I}{2R}$, bu yerda R – aylana radiusi.

Quyida Bio-Savar-Laplas qonunidan foydalanib masalalarni MATLAB dasturiy tizimi orqali yechimini topish va grafigini chizish ko'rsatib o'tilgan.

Masalaning qo'yilishi:

a) Tokli to'g'ri o'tkazgichning AB kesmasi o'rtasida unga o'tkazilgan perpendikulyarda AB kesmadan 5cm uzoqlikda turgan C nuqtada tokli o'tkazgich hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligini toping. AB kesma C nuqtadan 60° burchak ostida ko'rinadi.

Yechilishi: Bio-Savar-Laplas qonuniga ko'ra I – tok o'tayotgan to'g'ri o'tkazgich dl – uzunlik elementining undan r masofadagi A nuqtada hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi $dH = \frac{I \sin \alpha}{4\pi r^2} dl$

formulaga muvofiq aniqlanadi. $l = a \cot \alpha$, $dl = -\frac{a d\alpha}{\sin^2 \alpha}$ va $r = \frac{a}{\sin \alpha}$ dan

$dH = \frac{1}{4\pi a} \sin \alpha d\alpha$ kelib chiqadi. MATLAB dasturiy tizimi yordamida

$dH = \frac{1}{4\pi a} \sin \alpha d\alpha$ tenglikni hisoblaymiz va magnit maydon kuchlanganligi

(H) ning masofa (a) ga bog'lanish ($H = \frac{1.59}{a}$) grafigi chiziladi.

`syms H pi I a f dH f1 f2`

`dH=sym('(-I)/(4*pi*a)*sin(f)')`

`H = int(dH,f)`

`H =(cos(f)*i)/(4*pi*a)`

`H=subs(H,pi/3)-subs(H,2*pi/3)`

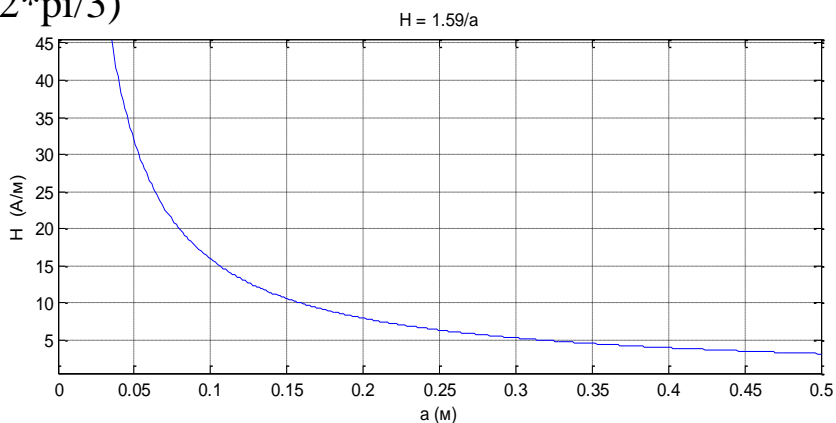
`H =i/(4*pi*a)`

`i=20;a=0.05;pi=3.14;`

`H =i/(4*pi*a)= 31.8471`

`H=sym('1.59/a')`

`ezplot(H,[0, 0.5])`



6) Aylana shakldagi kontur o'qida kontur tekisligidan 3sm naridagi magnet maydon kuchlanganligini toping. Kontur radiusi 4cm va konturdagi tok 2A .

Yechilishi: Doiraviy kontur elementining kontur o'qidagi magnet maydon kuchlanganligi $dH_x = dH \cos \varphi$. Bio-Savar-Laplas qonuniga ko'ra

$$dH = \frac{I \sin \alpha}{4\pi r^2} dl. \quad dH_x = \frac{I \sin \alpha}{4\pi r^2} \cos \varphi dl, \quad \sin \alpha = 1, \quad \cos \varphi = \frac{R}{r}, \quad r = \sqrt{x^2 + R^2} \text{ ekanligidan}$$

$$H = \int_0^l \frac{IR}{4\pi r^3} dl \text{ kelib chiqadi. MATLAB dasturiy tizimidan foydalanib}$$

magnet maydon kuchlanganligini hisoblab magnet maydon kuchlanganligi (H) ning masofa (x) ga bog'lanish grafigi $0 \leq x \leq 0.1$ oraliqda chiziladi.

```
syms H pi I x l r l1 l2
```

```
dH=sym('(I*R)/(4*pi*(r^3))')
```

```
dH=(R*i)/(4*pi*r^3)
```

```
i=2;x=0.03;pi=3.14;r=0.05;R=0.04;
```

```
H = int(dH,l)
```

```
H=(R*i)/(4*pi*r^3)
```

```
H=(R*i)/(4*pi*r^3);
```

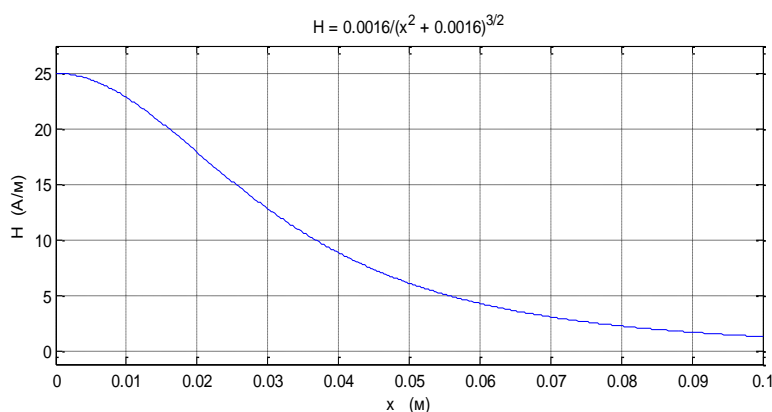
```
H=subs(H,0.08*pi)-subs(H,0)
```

```
H=12.8000
```

```
H=sym('0.0016/(sqrt(0.0016+x^2)^3)')
```

```
H=0.0016/(x^2 + 0.0016)^(3/2)
```

```
ezplot(H, [0,0.1])
```



9. Moddiy nuqtaning harakat tenglamasi $y = Ae^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi_0)$ (*)

ko'rinishda berilgan, bu yerda $A = 4\text{m}$, $\delta = 0.2 \frac{1}{\text{s}}$, $\omega = \frac{\pi}{4} \text{rad/sek}$, $\varphi_0 = \frac{\pi}{6} \text{rad}$

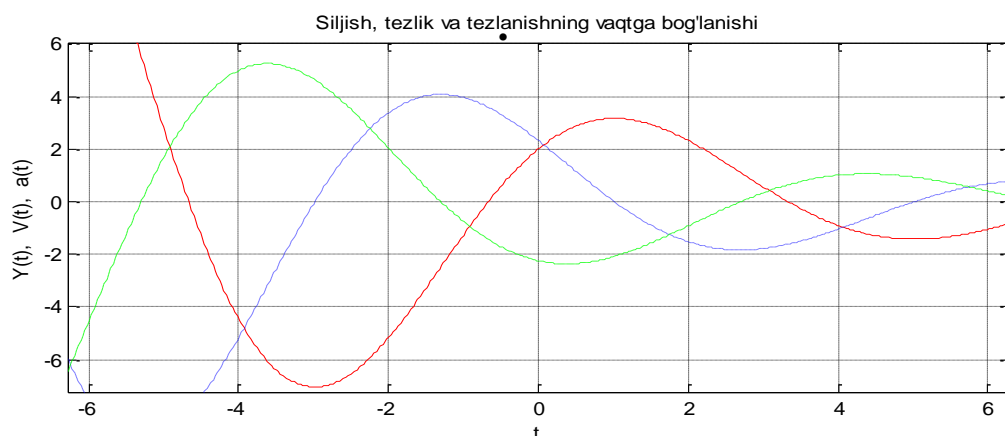
bo'lsin. Harakat tenglamasidan siljish, tezlik va tezlanish tebranishlarini matematik algoritmini tuzing va tekshiring.

№	Masalani yechimiga yaqinlashish algoritmi	Bajarilishi
1	Dastlab berilgan tenglamadagi o'zgarmas kattaliklar belgilab olinadi	$A, \delta, \omega, \varphi_0$
2	Berilgan son qiymatlari yozilib o'lchov birliklari SI tizimiga keltiriladi	$A = 4m, \delta = 0.2 \frac{1}{s}, \omega = \frac{\pi \text{ rad}}{4 \text{ sek}},$ $\varphi_0 = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$
3	Berilgan qiymatlarni (*) tenglamaga olib borib qo'yiladi	$y = 4e^{-0.2t} \sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right)$
4	Tezlikni vaqtga bog'lanish tenglamasini aniqlash uchun (*) tenglamadan birinchi tartibli hosila olinadi	$\mathcal{y} = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt} (4e^{-0.2t} \sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right))$
5	Tezlanishni vaqtga bog'lanish tenglamasini aniqlash uchun (*) tenglamadan ikkinchi tartibli hosila olinadi	$a = \frac{d\mathcal{y}}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d^2}{dt^2} (4e^{-0.2t} \sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right))$

```

y=sym('4*exp(-0.2*t)*sin(0.25*pi*t+pi/6)');
v=diff(y,'t')
v=(1.0*pi*cos(pi/6 + 0.25*pi*t))/exp(0.2*t) - (0.8*sin(pi/6 +
0.25*pi*t))/exp(0.2*t)
a=diff(v,'t')
a=(0.16*sin(pi/6 + 0.25*pi*t))/exp(0.2*t) - (0.4*pi*cos(pi/6 +
0.25*pi*t))/exp(0.2*t) - (0.25*pi^2*sin(pi/6 +
0.25*pi*t))/exp(0.2*t)
y=sym('4*exp(-0.2*t)*sin(0.25*pi*t+pi/6)');
v=sym('(1.0*pi*cos(pi/6 + 0.25*pi*t))/exp(0.2*t) - (0.8*sin(pi/6 +
0.25*pi*t))/exp(0.2*t)');
a=sym('(0.16*sin(pi/6 + 0.25*pi*t))/exp(0.2*t) - (0.4*pi*cos(pi/6
+ 0.25*pi*t))/exp(0.2*t) - (0.25*pi^2*sin(pi/6 +
0.25*pi*t))/exp(0.2*t)');
ezplot(y)
hold on
ezplot(v)
ezplot(a)
hold off

```



§25. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida Maple13 dasturiy vositasidan foydalanish

1. Jism bosib o'tgan yo'l s ning t vaqtga bog'liq $S = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ tenglama orqali ifodalanadi, bu yerda $C = 0.14m/s^2$, $D = 0.01m/s^3$ ekanligi ma'lum bo'lsa, harakat boshlangandan qancha vaqt o'tgach tezlanishi $a = 1m/s^2$ bo'ladi?

> $S := a + b \cdot t + c \cdot t^2 + d \cdot t^3$

$$S := a + b t + c t^2 + d t^3$$

> $v := \text{diff}(S, t)$

$$v := b + 2 c t + 3 d t^2$$

> $a := \text{diff}(v, t)$

$$a := 2 c + 6 d t$$

> $a := 1 \frac{[m]}{[s]^2}$

$$a := \frac{[m]}{[s]^2}$$

> $c := 0.14 \frac{[m]}{[s]^2}$

$$c := \frac{0.14 [m]}{[s]^2}$$

> $d := 0.01 \frac{[m]}{[s]^3}$

$$d := \frac{0.01 [m]}{[s]^3}$$

> $t := \frac{(a - 2 \cdot c)}{6 \cdot d}$

$$t := 12.00000000 [s]$$

>

2. O'zgarmas $\varepsilon = 2 \text{rad}/\text{sek}^2$ burchak tezlanish bilan aylanmoqda, harakat boshlangandan $t = 0.5 \text{sek}$ o'tgach to'la tezlanish $a = 3.6 \text{sm}/\text{sek}^2$ ga teng bo'lsa aylana radiusini toping.

> $\varepsilon := 2 \frac{1}{[s]^2}$

$$\varepsilon := \frac{2}{[s]^2}$$

$$> t := 0.5[s]$$

$$t := 0.5 [s]$$

$$> a := 0.136 \frac{[m]}{[s]^2}$$

$$a := \frac{0.136 [m]}{[s]^2}$$

$$> R := \frac{a}{\varepsilon \cdot \sqrt{1 + \varepsilon^2 \cdot t^4}}$$

$$R := 0.06082104897[m]$$

>

3. Induktivligi $L = 0.2 \text{ Gn}$ va qarshiligi $R = 1.64 \Omega$ bo'lgan g'altak berilgan. EYuK ni uzib g'altak qisqa tutashtirilganda $t = 0.05 \text{ sek}$ o'tgach tok kuchi necha marta kamayadi?

$$> L := 0.2[H]$$

$$L := 0.2 [H]$$

$$> R := 1.64[\Omega]$$

$$R := 1.64 [\Omega]$$

$$> t := 0.05[s]$$

$$t := 0.05 [s]$$

$$> k := e^{\frac{R}{L} \cdot t}$$

$$k := e^{\frac{0.4100000000 [\Omega] [s]}{[H]}}$$

$$> \text{simplify}((4))$$

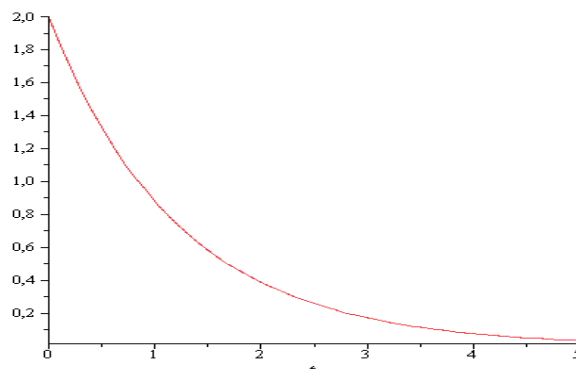
$$1.50681778:$$

>

4. EYuK ni uzib g'altak qisqa tutashtirilganda $0 < t < 5 \text{ s}$ vaqt oralig'idagi tok kuchining kamayish grafigini chizing. Tok kuchining kamayishini $i = 2e^{-0.82t}$ qonuni bo'yicha o'zgaradi deb oling.

$$> i := 2 \cdot e^{-0.82 \cdot t}$$

$$> \text{smartplot}(2 * \exp(-.82 * t))$$



5. Tok kuchi I vaqt t ga qarab $I = 4 + 2t$ tenglama buyicha o'zgargan va I amperlarda va t sekundlarda ifodalangan. Utkazgichning kesimidan $t_1 = 2s$ dan $t_2 = 6s$ gacha vaqt oralig'ida o'tgan elektr miqdori toping.

> $t1 := 2[[s]]$

$t1 := 2 [[s]]$

> $t2 := 6[[s]]$

$t2 := 6 [[s]]$

> $i := 4 + 2 \cdot t$

$i := 4 + 2 t$

> $q := \text{int}(i, t = 2..6, 'numeric')$

$q := 48.$

> $(4) * \text{Unit}(\text{coulomb})$

$48. [[C]]$

>

6. Sig'imi $V = 1m^3$ bo'lgan berk idishda $m = 0.9kg$ suv va $m = 1.6kg$ kislorod bor. $t = 500^{\circ}C$ temperaturada suvning to'liq bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa, bu temperaturada idishdagi bosim topilsin.

> $V := 1[[m]]^3$

$V := [[m]]^3$

> $m1 := 0.9[[kg]]$

$m1 := 0.9 [[kg]]$

> $m2 := 1.6[[kg]]$

$m2 := 1.6 [[kg]]$

> $\mu1 := 0.018 \frac{[[kg]]}{[[mol]]}$

$\mu1 := \frac{0.018 [[kg]]}{[[mol]]}$

> $\mu2 := 0.032 \frac{[[kg]]}{[[mol]]}$

$\mu2 := \frac{0.032 [[kg]]}{[[mol]]}$

> $R := 8.31 \frac{[[J]]}{[[mol]] \cdot [[K]]}$

$R := \frac{8.31 [[J]]}{[[mol]] [[K]]}$

> $T := 773[[K]]$

$T := 773 [[K]]$

> $P1 := \frac{m1 \cdot R \cdot T}{\mu1 \cdot V}$

$P1 := \frac{3.21181500010^5 [[J]]}{[[m]]^3}$

> $P2 := \frac{m2 \cdot R \cdot T}{\mu2 \cdot V}$

$P2 := \frac{3.21181500010^5 [[J]]}{[[m]]^3}$

> $P := P1 + P2$

$$P := \frac{6.42363000010^5 \text{ [[J]]}}{\text{[[m]]}^3}$$

> $\text{combine}(\mathbf{(10)}, \text{'units'})$

$$6.42363000010^5 \text{ [[Pa]]}$$

>

7. $y = 2\sin(2x - \pi/6)$ funksiya grafigiga $\pi/4$ nuqtada o'tkazilgan urinma tenglamasini yozing va grafigini chizing.

$$y := 2 \cdot \sin\left(2 \cdot x - \frac{\pi}{6}\right)$$

$$-2 \cos\left(2x + \frac{1}{3} \pi\right)$$

$$y1 := \frac{d}{dx} y$$

$$4 \sin\left(2x + \frac{1}{3} \pi\right)$$

$$a := \text{subs}\left(x = \frac{\pi}{4}, y\right)$$

$$-2 \cos\left(\frac{5}{6} \pi\right)$$

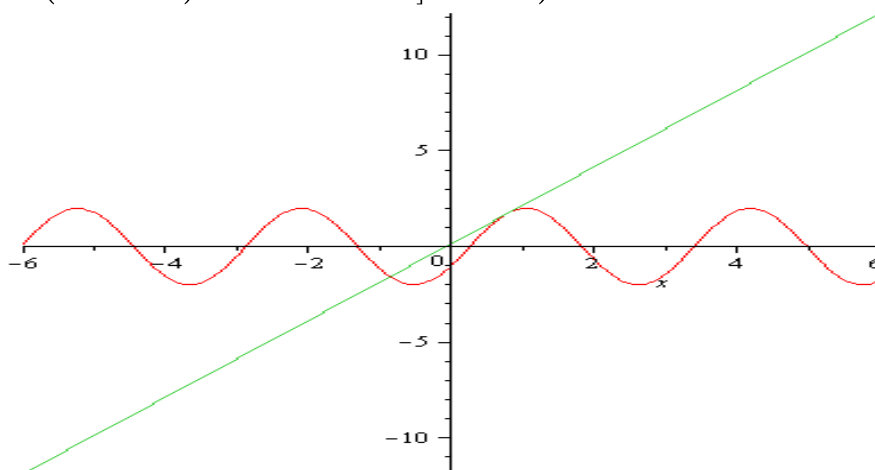
$$b := \text{subs}\left(x = \frac{\pi}{4}, y1\right)$$

$$4 \sin\left(\frac{5}{6} \pi\right)$$

$$f := a + b \cdot \left(x - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\sqrt{3} + 2x - \frac{1}{2} \pi$$

> $\text{plot}\left(\left[-2 \cos\left(2x + \frac{1}{3} \pi\right), \sqrt{3} + 2x - \frac{1}{2} \pi\right], x = -6..6\right)$



>

8. Operatorlar ustida amallar.

1.> $\text{with}(\text{Physics}[\text{Vectors}])$

[&x, `+`, `.`], *ChangeBasis, Component, Curl, DirectionalDiff, Divergence, Gradient, Identify, Laplacian, Nabla, Norm, Setup, VectorDiff*]

- > $Nabla(f(x, y, z))$

$$\left(\frac{\partial}{\partial x} f(x, y, z)\right)_i + \left(\frac{\partial}{\partial y} f(x, y, z)\right)_j + \left(\frac{\partial}{\partial z} f(x, y, z)\right)_k$$
- > $Nabla(f_-(x, y, z))$

$$\left(\frac{\partial}{\partial x} f_-(x, y, z)\right)_i + \left(\frac{\partial}{\partial y} f_-(x, y, z)\right)_j + \left(\frac{\partial}{\partial z} f_-(x, y, z)\right)_k$$
- > $Nabla(f_-(x, y, z), Divergence, useComponents)$

$$\left(\frac{\partial}{\partial x} f_-(x, y, z)\right)_1 + \left(\frac{\partial}{\partial y} f_-(x, y, z)\right)_2 + \left(\frac{\partial}{\partial z} f_-(x, y, z)\right)_3$$
- > $Nabla(f_-(x, y, z), Curl, useComponent)$

$$\left(\left(\frac{\partial}{\partial y} f_-(x, y, z)\right)_3 - \left(\frac{\partial}{\partial z} f_-(x, y, z)\right)_2\right)_i + \left(\left(\frac{\partial}{\partial z} f_-(x, y, z)\right)_1 - \left(\frac{\partial}{\partial x} f_-(x, y, z)\right)_3\right)_j + \left(\left(\frac{\partial}{\partial x} f_-(x, y, z)\right)_2 - \left(\frac{\partial}{\partial y} f_-(x, y, z)\right)_1\right)_k$$
- > $Nabla(f(x, y, z), Laplacian)$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} f(x, y, z) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} f(x, y, z) + \frac{\partial^2}{\partial z^2} f(x, y, z)$$
- > $Nabla(f_-(x, y, z))$

$$\nabla \cdot f_-(x, y, z)$$
- > $Nabla(f_-(x, y, z), Divergence)$

$$\nabla \cdot f_-(x, y, z)$$
- > $Nabla(f_-(x, y, z), Curl)$

$$\nabla \times f_-(x, y, z)$$
- >

2.> *with(Physics[Vectors]);*
 [&x, `+`, `.`], *ChangeBasis, Component, Curl, DirectionalDiff, Divergence, Gradient, Identify, Laplacian, Nabla, Norm, Setup, VectorDiff*]

- > $R := a(x, y, z) *_i + b(x, y, z) *_j + c(x, y, z) *_k;$

$$R := a(x, y, z) *_i + b(x, y, z) *_j + c(x, y, z) *_k$$
- > $Divergence(R);$

$$\frac{\partial}{\partial x} a(x, y, z) + \frac{\partial}{\partial y} b(x, y, z) + \frac{\partial}{\partial z} c(x, y, z)$$
- > $Curl(R);$

$$\left(\frac{\partial}{\partial y} c(x, y, z) - \left(\frac{\partial}{\partial z} b(x, y, z) \right) \right) _i + \left(\frac{\partial}{\partial z} a(x, y, z) - \left(\frac{\partial}{\partial x} c(x, y, z) \right) \right) _j + \left(\frac{\partial}{\partial x} b(x, y, z) - \left(\frac{\partial}{\partial y} a(x, y, z) \right) \right) _k$$

> *Nabla*(R);

$$\frac{\partial}{\partial x} a(x, y, z) + \frac{\partial}{\partial y} b(x, y, z) + \frac{\partial}{\partial z} c(x, y, z)$$

> *Laplacian* (R);

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} a(x, y, z) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} a(x, y, z) + \frac{\partial^2}{\partial z^2} a(x, y, z) \right) _i + \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} b(x, y, z) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} b(x, y, z) + \frac{\partial^2}{\partial z^2} b(x, y, z) \right) _j + \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} c(x, y, z) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} c(x, y, z) + \frac{\partial^2}{\partial z^2} c(x, y, z) \right) _k$$

> $a(x, y, z) := 2 \cdot x + y$;

$$a(x, y, z) := 2x + y$$

> $b(x, y, z) := y - z$;

$$b(x, y, z) := y - z$$

> $c(x, y, z) := x^2 - y + z$;

$$c(x, y, z) := x^2 - y + z$$

> $A := a(x, y, z) _i + b(x, y, z) _j + c(x, y, z) _k$;

$$A := (2x + y) _i + (y - z) _j + (x^2 - y + z) _k$$

> *Divergence* (A);

$$4$$

> *Curl*(A)

$$-2x _j - _k$$

> *Nabla*(A);

$$4$$

> *Laplacian* (A)

$$2 _k$$

> $F := x^4 - 5 \cdot y^4 + 4 \cdot z$;

$$F := x^4 - 5y^4 + 4z$$

> *Gradient* (F);

$$4x^3 _i - 20y^3 _j + 4 _k$$

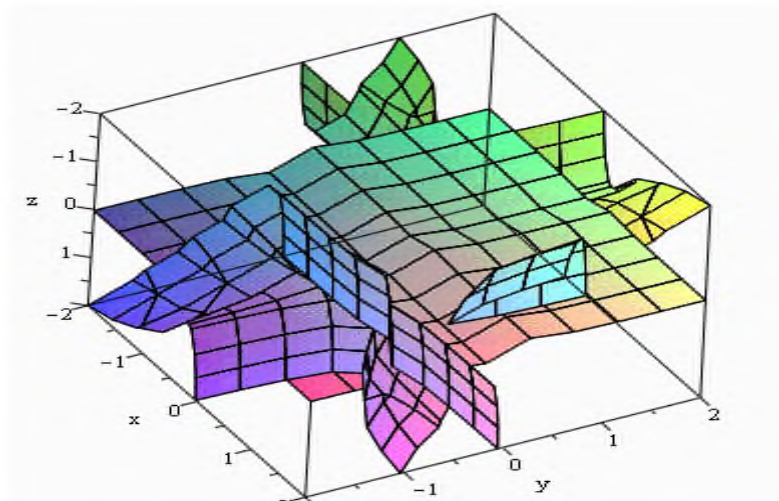
3. > *with*(Physics[*Vectors*]);

[&, `+`, `.`], *ChangeBasis*, *Component*, *Curl*, *DirectionalDiff*,
Divergence, *Gradient*, *Identify*, *Laplacian*, *Nabla*, *Norm*, *Setup*,
VectorDiff]

> $\varphi := \frac{1}{x} + \frac{2}{y} + \frac{3}{z};$

$$\varphi := \frac{1}{x} + \frac{2}{y} + \frac{3}{z}$$

> `plots[:implicitplot3d]((2), x = -2 .. 2, y = -2 .. 2, z = -2 .. 2)`



> $E := \text{Gradient}(\varphi)$

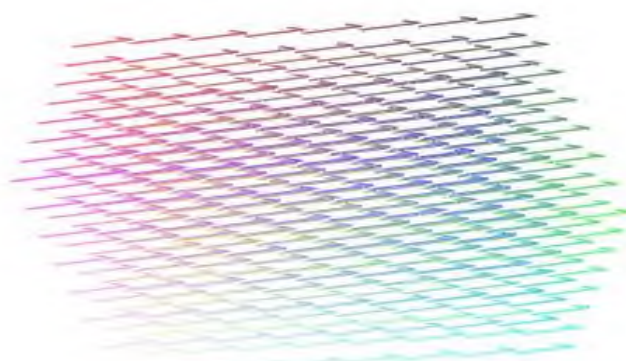
$$E := -\frac{i}{x^2} - \frac{2j}{y^2} - \frac{3k}{z^2}$$

>

`plots[:interactiveparams]('plots[:animate]', [plots[:gradplot3d], [`
`(3), _i = -5 .. 5, _j = -5 .. 5, _k = -5 .. 5, labels = [_i, _j, _k], x`
`= 1 .. 10], [], y = 1 .. 10, z = 1 .. 10)`

`plots_animate(plots[:gradplot3d], [-\frac{i}{x^2} - 0.04556781772j`
`- 0.09917355372_k, _i = -5 .. 5, _j = -5 .. 5, _k = -5 .. 5, labels`
`= [_i, _j, _k], x = 1 .. 10)`

`x = 1.`



9. Radiusi a va zaryadining sirt zichligi σ bo'lgan disk markazidan o'tuvchi o'qdagi elektr maydon kuchlanganligi E va magnit maydon kuchlanganligi φ ni hisoblang.

```
> restart;
with(Physics[Vectors]):
Setup(mathematicalnotation = true);
[mathematicalnotation = true]
```

```
> E_ := -%Gradient(Phi);
```

$$\vec{E} := -\nabla\Phi$$

```
> Phi := Int(Int(sigma*rho/Norm(r_ - R_), rho =
0..a), phi = 0..2*Pi);
```

$$\Phi := \int_0^{2\pi} \int_0^a \frac{\sigma \rho}{\|\vec{r} - \vec{R}\|} d\rho d\phi$$

```
> r_ := z * _k;
```

$$\vec{r} := z \hat{k}$$

```
> R_ := rho*_rho;
```

$$\vec{R} := \rho \hat{\rho}$$

```
> Phi := value(Phi) assuming z > 0;
```

$$\Phi := -2z\sigma\pi + 2\sqrt{a^2 + z^2}\sigma\pi$$

```
> E_;
```

$$-\nabla(-2z\sigma\pi + 2\sqrt{a^2 + z^2}\sigma\pi)$$

```
> E_ := value(E_);
```

$$\vec{E} := \frac{2\sigma\pi(\sqrt{a^2 + z^2} - z)\hat{k}}{\sqrt{a^2 + z^2}}$$

```
> sigma:=5;
```

$$\sigma := 5$$

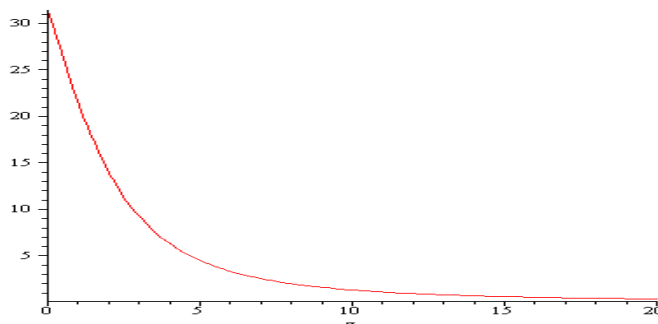
```
> a:=3;
```

$$a := 3$$

```
> E:=2*sigma*Pi*(sqrt(a^2+z^2) -
z)/sqrt(a^2+z^2);
```

$$E := \frac{10\pi(\sqrt{9 + z^2} - z)}{\sqrt{9 + z^2}}$$

```
> plot(E, z = 0 .. 20)
```



§26. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida Dev C++ va Java(eclipse) dasturlash tillaridan foydalanish

C++ dasturlash tili C tiliga asoslangan. C esa o'z navbatida B va BCPL tillaridan kelib chiqqan. BCPL 1967 yilda Martin Richards tomonidan tuzilgan va operatsion sistemalarni yozish uchun mo'ljallangan edi. Ken Thompson o'zining B tilida BCPL ning ko'p xossalarini kiritgan va B da UNIX operatsion sistemasining birinchi versiyalarini yozgan. BCPL ham, B ham tipsiz til bo'lgan. Yani o'zgaruvchilarning ma'lum bir tipi bo'lmagan - har bir o'zgaruvchi kompyuter xotirasida faqat bir bayt joy egallagan. O'zgaruvchini qanday sifatda ishlatish esa, yani butun sonmi, kasrli sonmi yoki harfdekmi, dasturchi vazifasi bo'lgan.

C tilini Dennis Ritchie B dan keltirib chiqardi va uni 1972 yili ilk bor Bell Laboratoriyasida, DEC PDP-11 kompyuterida qo'lladi. C o'zidan oldingi B va BCPL tillarining juda ko'p muhim tomonlarini o'z ichiga olish bilan bir qatorda o'zgaruvchilarni tiplashtirdi va bir qator boshqa yangiliklarni kiritdi. Boshlanishda C asosan UNIX sistemalarida keng tarqaldi. Hozirda operatsion sistemalarning asosiy qismi C/C++ da yozilmoqda. C mashina arhitekturasiga bog'langan tildir. Lekin yahshi rejalashtirish orqali dasturlarni turli kompyuter platformalarida ishlaydigan qilsa bo'ladi.

1983 yilda, C tili keng tarqalganligi sababli, uni standartlash harakati boshlandi. Buning uchun Amerika Milliy Standartlar Komiteti (ANSI) qoshida X3J11 tehnik komitet tuzildi. Va 1989 yilda ushbu standart qabul qilindi. Standartni dunyo bo'yicha keng tarqatish maqsadida 1990 yilda ANSI va Dunyo Standartlar Tashkiloti (ISO) hamkorlikda C ning ANSI/ISO 9899:1990 standartini qabul qilishdi. Shu sababli C da yozilgan dasturlar kam miqdordagi o'zgarishlar yoki umuman o'zgarishlarsiz juda ko'p kompyuter platformalarida ishlaydi.

C++ 1980 yillar boshida Bjarne Stroustrup tomonidan C ga asoslangan tarzda tuzildi. C++ juda ko'p qo'shimchalarni o'z ichiga olgan, lekin eng asosiysi u ob'ektlar bilan dasturlashga imkon beradi.

Dasturlarni tez va sifatli yozish hozirgi kunda katta ahamiyat kasb etmoda. Buni ta'minlash uchun ob'ektli dasturlash g'oyasi ilgari surildi. Huddi 70-chi yillar boshida strukturali dasturlash kabi, programmalarni hayotdagi jismlarni modellashtiruvchi ob'ektlar orqali tuzish dasturlash sohasida inqilob qildi.

C++ dan tashqari boshqa ko'p ob'ektli dasturlashga yo'naltirilgan tillar paydo bo'ldi. Shulardan eng ko'zga tashlanadigani Xerox ning Palo Altoda joylashgan ilmiy-qidiruv markazida (PARC) tuzilgan Smalltalk dasturlash tilidir. Smalltalk da hamma narsa ob'ektlarga asoslangan. C++ esa gibril tildir. Unda C ga o'xshab strukturali dasturlash yoki yangicha, ob'ektlar bilan dasturlash mumkin. Yangicha deyishimiz ham nisbiydir. Ob'ektli dasturlash falsafasi paydo bo'lganiga ham yigirma yildan oshayapti. C++ funksiya va ob'ektlarning juda boy kutubxonasiga ega. Yani C++ da dasturlashni o'rganish ikki qismga bo'linadi. Birinchisi bu C++ ni o'zini o'rganish, ikkinchisi esa C++ ning standart kutubxonasiidagi tayyor ob'ekt funksiyalarni qo'llashni o'rganishdir.

O'zgaruvchan tok uchun kuchlanish va tok kuchi orasidagi fazalar farqi

- $\varphi = \arctan\left(\frac{R_L - R_C}{R}\right)$, R_L - induktiv qarshilik, R_C - sig'im qarshilik, R - aktiv qarshilik.

```
#include <iostream>
```

```
#include <math.h>
```

```
using namespace std;
```

```
int main ()
```

```
{
```

```
    cout<<"Kuchlanish va tok kuchi orasidagi fazalar farqi:"<<endl;
```

```
    cout<<"f=arctan(RL-RC)/R"<<endl;
```

```
    cout<<"RL=wL-induktiv qarshilik"<<endl;
```

```
    cout<<"RC=1/wC-cig'im qarshilik"<<endl;
```

```
    cout<<"R-aktiv qarshilik"<<endl;
```

```
    cout<<"R,w,L,C-tartibida kiriting"<<endl;
```

```
    double f,R,w,L,C;
```

```
    cin>>R>>w>>L>>C;
```

```
    cout<<"R="<<R<<endl;
```

```
    cout<<"w="<<w<<endl;
```

```
    cout<<"L="<<L<<endl;
```

```
    cout<<"C="<<C<<endl;
```

```
    f=atan((w*L-1/(w*C))/R);
```

```
    cout<<"f=arctan(RL-RC)/R="<<f<<endl;
```

```
    return 0;
```

```
}
```


O'zgaruvchan tokka ketma-ket ulangan aktiv induktiv, sig'im qarshiliklar uchun umumiy qarshilikni hisoblash - $Z = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2}$, bunda R_L - induktiv qarshilik, R_C - sig'im qarshilik, R - aktiv qarshilik.

```
#include <iostream>
#include <math.h>
using namespace std;
int main ()
{
    cout<<"Umumiy qarshilik:"<<endl;
    cout<<"Z=sqrt(R^2+(RL-RC)^2)"<<endl;
    cout<<"RL=wL-induktiv qarshilik"<<endl;
    cout<<"RC=1/wC-cig'im qarshilik"<<endl;
    cout<<"R-aktiv qarshilik"<<endl;
    cout<<"R,w,L,C-tartibida kiriting"<<endl;
    double Z,R,w,L,C;
    cin>>R>>w>>L>>C;
    cout<<"R="<<R<<endl;
    cout<<"w="<<w<<endl;
    cout<<"L="<<L<<endl;
    cout<<"C="<<C<<endl;
    Z=sqrt(pow(R,2)+pow(w*L-1/(w*C),2));
    cout<<"Z=sqrt(R^2+(RL-RC)^2)="<<Z<<endl;
    return 0;
}
```

Relyativistik uzunlik o'zgarishi - $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, l_0 - tinchlikdagi uzunlik, v - jismning harakatlanish tezligi, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s yorug'likning vakuumdagi tezligi, l - harakatdagi jismning uzunligi.

```
#include <iostream>
#include <math.h>
using namespace std;
const double c=3*pow(10,8);
int main ()
{
    cout<<"uzunlikning qisqarishi:"<<endl;
    cout<<"L=L0sqrt(1-v2/c2)"<<endl;
    cout<<"L0, v, tartibida kiriting!"<<endl;
    double L,L0,v;
    cin>>L0>>v;
```

```

    cout<<"L0="<<L0<<endl;
    cout<<"v="<<v<<endl;
    L=L0*sqrt(1-(v*v)/(c*c));
    cout<<"L=L0*sqrt(1-v2/c2)="<<L<<endl;
    return 0;
}

```

Relyativistik vaqtning o'zgarishi $-t = t_0 \sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$, t_0 – tinchlikdagi vaqt, g – jismning harakatlanish tezligi, $c = 3 * 10^8$ m/s yorug'likning vakuumdagi tezligi, t – harakatdagi jismning vaqti.

```

#include <iostream>
#include <math.h>
using namespace std;
const double c=3*pow(10,8);
int main ()
{
    cout<<"vaqtning qisqarishi:"<<endl;
    cout<<"t=t0sqrt(1-v2/c2)"<<endl;
    cout<<"t0, v, tartibida kiriting!"<<endl;
    double t,t0,v;
    cin>>t0>>v;
    cout<<"t0="<<t0<<endl;
    cout<<"v="<<v<<endl;
    t=t0*sqrt(1-(v*v)/(c*c));
    cout<<"t=t0*sqrt(1-v2/c2)="<<t<<endl;
    return 0;
}

```

Relyativistik kinetik energiya - $W_k = m_0 c^2 \left(\sqrt{\frac{1}{1 - \frac{g^2}{c^2}}} - 1 \right)$, W_k – relyativistik kinetik energiya, g – jismning harakatlanish tezligi, $c = 3 * 10^8$ m/s yorug'likning vakuumdagi tezligi, m_0 – tinchlikdagi massa.

```

#include <iostream>
#include <math.h>
using namespace std;
const double c=3*pow(10,8);
int main()
{
    cout<<"Relyativistik kinetik energiya:"<<endl;

```

```

cout<<"Wk=m0c2(1/sqrt(1-v2/c2)-1)"<<endl;
cout<<"m0, v, tartibida kiriting!"<<endl;
double Wk,m0,v;
cin>>m0>>v;
cout<<"m0="<<m0<<endl;
cout<<"v="<<v<<endl;
    Wk=m0*pow(c,2)/(sqrt(1-pow(v,2)/pow(c,2)))-m0*pow(c,2);
cout<<"Wk=m0c2(1/sqrt(1-v2/c2)-1)="<<Wk<<endl;
return 0;
}

```

Butun olam tortishish qonuni

```

package asaloy;
import javax.swing.JOptionPane;
public class Butunolamtort {
    public static void main(String args[]){
        System.out.println("Butun olam tortishish qonuni!");
        JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Butun olam
tortishish qonuni!");
        double G=(double) 6.67e-11;
        String i1=JOptionPane.showInputDialog("M ni kiriting!");
        String i2=JOptionPane.showInputDialog("m ni kiriting!");
        String i3=JOptionPane.showInputDialog("r ni kiriting!");
        float M=Float.parseFloat(i1);
        float m=Float.parseFloat(i2);
        float r=Float.parseFloat(i3);
        JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Natija: F= "
+G*M*m/(r*r)+ " N");
        JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Sog' bo'ling!");
    }
}

```

Elektr maydon kuchlanganligi

```

package asaloy;
import javax.swing.JOptionPane;
public class Elektrmaydkuchlang
{
    public static void main(String args[])
    {
        double q1,q2,r,e,k=9e+9;
        JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Kulon qonuni!");
        JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Kulon qonuni formulasi:
F=kq1*q2/er^2");
    }
}

```

```

String i1=JOptionPane.showInputDialog("Muhitning dielektrik
singdiruvchanligini kiriting: ");
String i2=JOptionPane.showInputDialog("q1 zaryadni kiriting: ");
String i3=JOptionPane.showInputDialog("q2 zaryadni kiriting:");
String i4=JOptionPane.showInputDialog("Zaryadlar orasidagi
masofani kiriting:");
e=Float.parseFloat(i1);
q1=Float.parseFloat(i2);
q2=Float.parseFloat(i3);
r=Float.parseFloat(i4);
JOptionPane.showConfirmDialog(null, "F= " +k*q1*q2/(e*r*r)+ "
N");
JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Sog' bo'ling!");
}
}

```

Erkin tushish tezlanishi

```

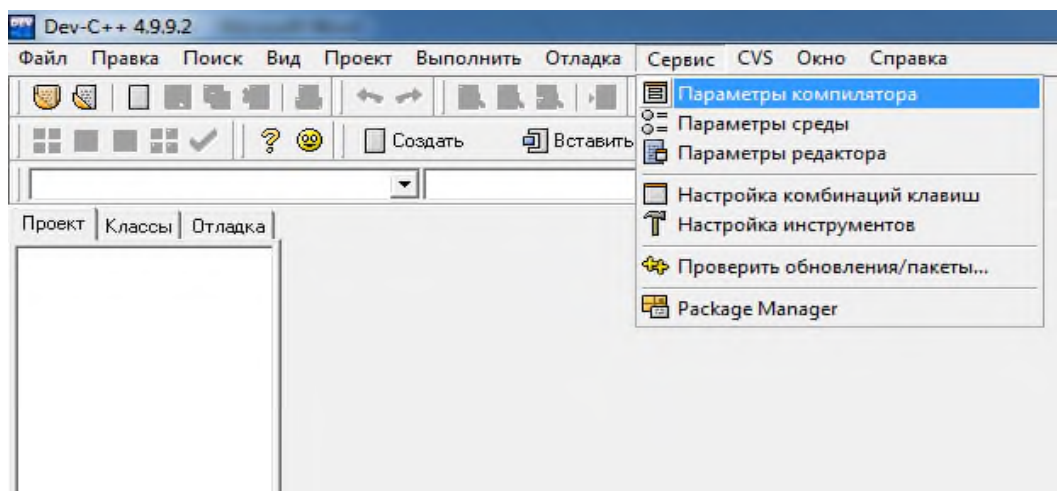
package asaloy;
import javax.swing.JOptionPane;
public class Myyy {
    public static void main(String args[])
    { double G= 6.67e-11;
    System.out.println("Erkin tushish tezlanishi");
    JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Erkin tushish
tezlanishi!");
    String i1=JOptionPane.showInputDialog("M ni kiriting!");
    String i2=JOptionPane.showInputDialog("R ni kiriting!");
    float M1=Float.parseFloat(i1);
    float R1=Float.parseFloat(i2);
    JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Natija: "
+G*M1/(R1*R1)+ " m/s^2");
    JOptionPane.showConfirmDialog(null, "E'tibor uchun rahmat!");
    }
}

```

DevC++ dasturlash tilidan grafiklar hosil qilishda foydalanish ushun avvalo dasturni grafik rejimga o'tkazish uchun sozlash lozim. Buning uchun DevC++4.9.9.2 versiyasidan foydalanish kerak va sozlash quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

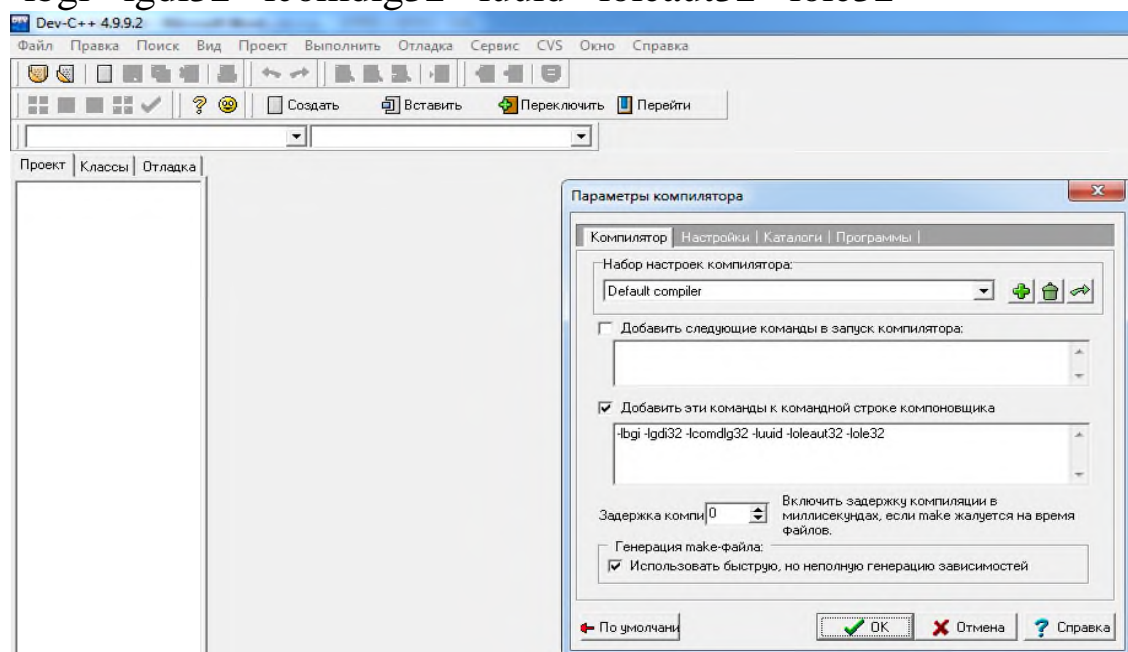
1. **graphics.h** va **libbgi.h** fayllarini yuklab oling;
2. **graphics.h** faylini C:\Dev-Cpp\include\katalogiga ko'chiring;

- libbgi.h faylini C:\Dev-Cpp\lib\katalogiga ko'chiring;
- Dev-C++ ni ishga tushirirng va Сервис bo'limidan Параметры компилятора bo'limini tanlang;



- Add these command to the linker command line ga bayroqcha o'rnatilib quyidagi satr yoziladi:

`-lbgi -lgdi32 -lcomdlg32 -luuid -loleaut32 -ole32`



Berilgan $y = 2 \sin(2x - \frac{\pi}{6})$ funksiyaga $x_0 = \frac{\pi}{4}$ nuqtada o'tkazilgan

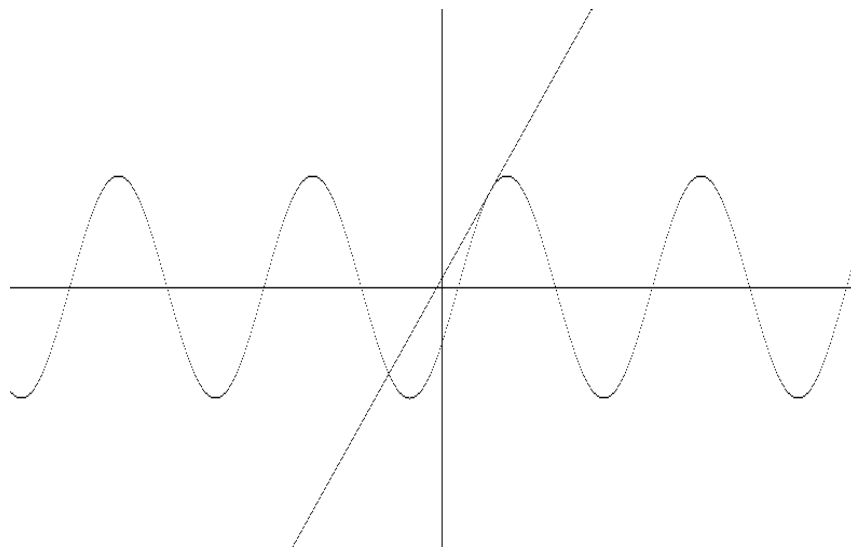
urinma grafigi quyidagicha chiziladi:

```
#include <conio.h>
#include <iostream>
#include <graphics.h>
#include <math.h>
using namespace std;
int main()
```

```

{initwindow(800,400);
setbkcolor(WHITE);
clearviewport();
line(0,200,getmaxx(),200);
line(400,0,400,getmaxy());
double x,y,t,pi;
pi=3.1415926;
float k=0.1;
for(int t=-400;t<400;t=t+1)
{
x=400+t;
y=200-80*sin(2*t*pi/180-pi/6);
putpixel(x,y,BLACK);
y=200-40*(sqrt(3)+pi/90*(t-45));
putpixel(x,y,BLACK);
delay(10);
}
getch();
closegraph();
return 0;
}

```



§27. Fizik jarayonlarni o'qitishda Microsoft Excel dasturining jadval va dasturlash imkoniyatlaridan foydalanish metodikasi

Fizikadan mashg'ulotlar jarayonida kompyuter va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining, aniq qilib ayganda kompyuter dasturlarining qo'llanilishi talabaning o'rganish faoliyatini pedagogik dasturiy vositalar yordamida amalga oshirishdek muhim imkoniyatni yaratadi. Fizikadan mashg'ulotlar jarayonini bunday tashkil etish didaktika tamoyillarining o'zaro bog'liqligini va ularning aloqadorligini o'rganishga olib kelishi bilan bir qatorda o'quv jarayonini to'la o'rganish va boshqarishga sharoit tug'diradi. Shu bilan bir qatorda ta'lim sifatini namunali oshirish imkoniyatini yaratadi. Zero ta'lim soxasini yangidan isloh qilish, xususan O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzurida ta'lim sifatini nazorat qilish inspeksiyasini tashkil etilishi zamirida aynan shu va shunga o'xshash maqsadlar yotadi.

Fizikadan mashg'ulotlar jarayonini tashkil etishda muammoli masalalar yaratish va ularni yechishda dasturiy vositalarni qo'llash quyidagi dedaktik maqsadlarni amalga oshiradi:

1. Talaba o'z diqqatini muammoli masalani yechimiga jalb qiladi, undagi bilish va bajarish havasini hamda faoliyatining boshqa qirralarini uyg'otadi.

2. Fizikadan mashg'ulotlar jarayonida talaba muammoli masalalarni yechishda dasturiy vositalarni qo'llash davomida uchraydigan ayirim murakkabliklarni va qiyinchilikni yengishi barobarida mustaqil fikrlashga va o'quv faoliyatini faollashuviga erishadi.

3. Talaba oldida fizikadan mashg'ulotlar jarayonida muammoli masalalarni yechishda dasturiy vositalarni qo'llash davomida paydo bo'lgan bilishga doir talab bilan mazkur talabni mavjud nazariy bilim zahirasi, amaliy ko'nikma va malakalar vositasida qondirish imkoni yo'qligi o'rtasidagi ziddiyatlarni bartaraf qiladi.

4. Talabaning vujudga kelgan murakkabliklardan qutilish yo'llarini izlab topish rejasini belgilaydi va uni faol izlanuvchan faoliyatga undaydi.

Shularni xisobga olib ushbu maqolada fizikadan mashg'ulotlar jarayonini tashkil etishda muammoli masalalar yaratish va ularni yechishda dasturiy vositalarni qo'llash usullaridan biri keltiriladi. Misol tariqasida yuqoridan vertikal tashlangan qattiq jismning harakati, unga

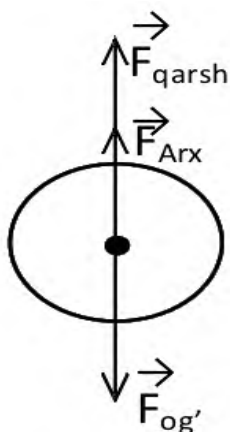
ta'sir qiluvchi barcha obektiv va subektiv omillar hamda boshqa jihatlar muammoli masala sifatida tanlanadi.

Yuqoridan vertikal tashlangan qattiq jismning harakatini o'rganishda unga qanday tashqi va ichki kuchlar ta'sir etishini hisobga olish zarur. Bunda harakatlanayotgan jismning ichki omillari o'zgarishi hisobga olinmaydi. Tashqi omillarga tashqi ta'sir kuchlari, muhit zichligi, ishqalanish koeffitsiyenti, qarshilik koeffitsiyenti, dinamik qovushqoqlik va boshqa unsurlar hisobga olinadi. Qattiq jism harakatida uning shakli qarshilik kuchini hisoblashda ahamiyatga ega.

Temirdan yasalgan radiusi $0.1m$ bo'lgan sharchaning glitserinda tushish tezligi va balandligining vaqtga bog'lanishini o'rganamiz. Suyuq muhitda tushayotgan sharchaga uch xil kuch ta'sir qiladi:

1. Og'irlik kuchi: $P = mg$;

2. Arximed kuchi: $F_a = \rho_s Vg$



3. Muhitning qarshilik kuchi: $F_q = k_1 \vartheta$, bu

yerda $k_1 = 6\pi\mu$ Stoks formulasi bo'lib r - shar radiusi, μ - muhitning dinamik qovushqoqligi.

Nyutonning III qonuniga ko'ra: $\vec{F} = \vec{F}_q + \vec{F}_a + \vec{F}_{og'}$. Jism o'zgarmas tezlik bilan harakatlanayotganligi uchun $\vec{F} = 0$, demak $\vec{F}_q + \vec{F}_a + \vec{F}_{og'} = 0$ dan $mg = \rho_s Vg + 6\pi\mu r \vartheta$ ifoda kelib chiqadi. Bundan sharchaning tezligini topsak,

$$\vartheta = (\rho - \rho_s) \frac{2r^2 g}{9\mu} \approx 0.1m/s.$$

Jismning vertikal bo'ylab harakatini tezlanuvchan deb qarash, u holda quyidagi tenglamalar sistemasini yozishimiz mumkin:

$$\begin{cases} \frac{dh}{dt} = \vartheta \\ \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{(\rho - \rho_s)Vg - k_1\vartheta}{m} \end{cases}$$

$$(\rho - \rho_s)V = \bar{m} \text{ belgilash kiritsak } \begin{cases} \frac{dh}{dt} = \vartheta \\ \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\bar{m}g - k_1\vartheta}{m} \end{cases}$$

$\frac{\bar{m}g - k_1\vartheta}{m}$ ifodani vaqt va tezlikka bog'liq funksiya $f(t_i, \vartheta_i) = \frac{\bar{m}g - k_1\vartheta_i}{m}$ sifatida qabul qilamiz.

Eyler-Koshi metodiga asosan quyidagi formulalarni yozamiz:

$$\begin{cases} \mathcal{G}_{i+1}^* = \mathcal{G}_i + \tau \cdot f(t_i, \mathcal{G}_i) \\ \mathcal{G}_{i+1} = \mathcal{G}_i + \tau \cdot \frac{f(t_i, \mathcal{G}_i) + f(t_{i+1}, \mathcal{G}_{i+1}^*)}{2} \end{cases}$$

Bu yerda $\tau = t_{i+1} - t_i$ bo'lib vaqt intervalini bildiradi.

Eyler-Koshi metodidan foydalanib $\tau = t_{i+1}$ vaqt momenti uchun quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$\mathcal{G}_{i+1}^* = \mathcal{G}_i + \tau \cdot \frac{\bar{m}g - k_1 \mathcal{G}_i}{m},$$

$$f(t_{i+1}, \mathcal{G}_{i+1}^*) = \frac{\bar{m}g - k_1 \cdot (\mathcal{G}_i + \tau \cdot \frac{\bar{m}g - k_1 \mathcal{G}_i}{m})}{m}.$$

Natijada tezlik uchun quyidagi integratsion tenglik hosil bo'ladi:

$$\mathcal{G}_{i+1} = \mathcal{G}_i + \frac{\tau}{2} \left[\frac{\bar{m}g - k_1 \mathcal{G}_i}{m} + \left(\frac{\bar{m}g - k_1 (\mathcal{G}_i + \tau \frac{\bar{m}g - k_1 \mathcal{G}_i}{m})}{m} \right) \right] \quad (1)$$

Vertikal tushish balandligi uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$h_{i+1} = h_i + \mathcal{G}_{i+1} \cdot \tau \quad (2)$$

Micrisoft Excel dasturida dinamik sistema modeli uchun quyidagi ketma-ketlikni amalga oshiriladi:

1-qadam:

Ozgarmas kattaliklar qiymatlari aniqlanadi:

$\tau = 0.00062$ – vaqt intervali, $r = 0.1m$ – shar radiusi, $\rho = 7800kg/m^3$ – jism zichligi, $\rho_s = 1260kg/m^3$ suyuqlik zichligi, $\mu = 1480N \cdot s/m^2$ – muhitning dinamik qovushqoqligi, $\bar{m} = \frac{4}{3}\pi r^3(\rho - \rho_s) = 27.38kg$, $\bar{m}g = 268.60N$,
 $m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho = 32.656kg$, $k_1 = 6\pi r \mu = 2788.32N \cdot s/m$;

2-qadam:

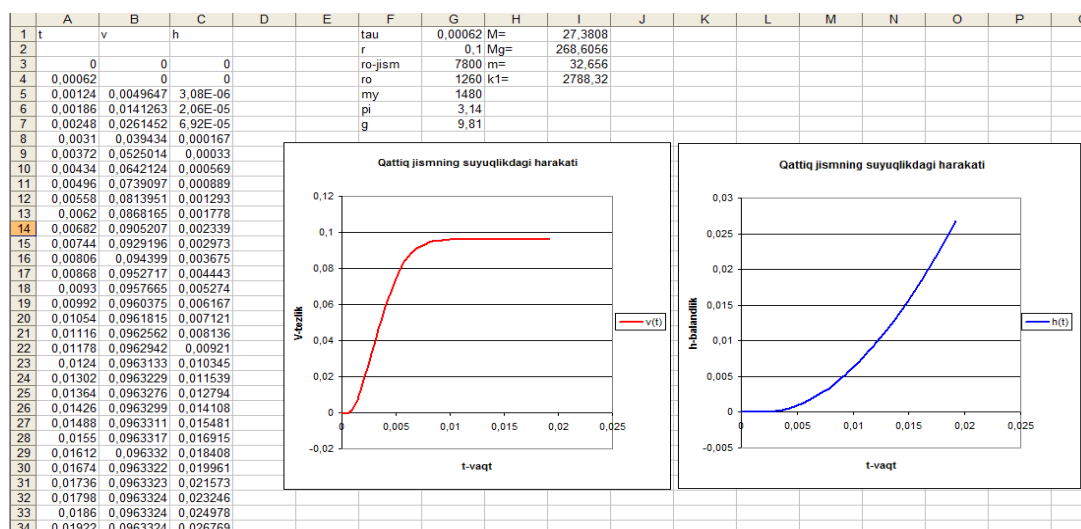
- Jadvalning A ustuni 4- satriga quyidagi formula kiritiladi: =A3+\$G\$1;
- Jadvalning B ustuni 4-satriga (1) formulaga muvofiq quyidagi formula kiritiladi:
 =B3+(A3/2)*(((\$I\$2-\$I\$4*B3)/\$I\$3)+(\$I\$2-\$I\$4*(B3+A3*(\$I\$2-\$I\$4*B3)/\$I\$3))/I\$3)
- Jadvalning C ustuni 4-satriga (2) formulaga muvofiq quyidagi formula kiritiladi: =C3+B4*A3

3-qadam:

Jadvalni ketma-ket ravishda A, B, C ustunlarini ma'lum satrgacha belgilab **Правка-Заполнить-Прогрессия...-автозаполнение** belgilanadi, natijada tegishli ustunlar qiymatlari avtomatik hisoblanadi.

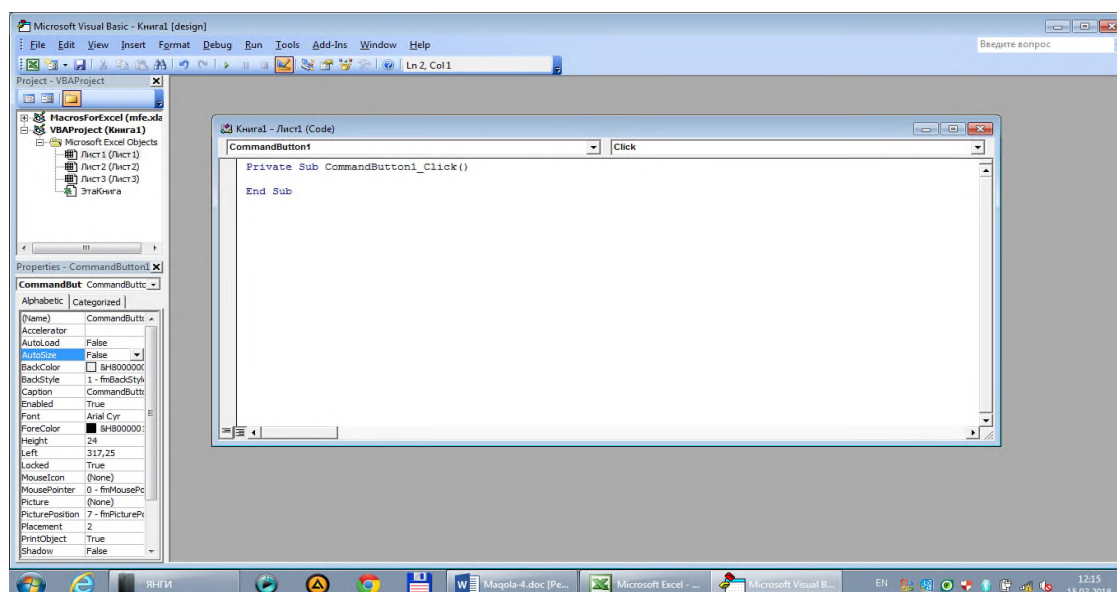
4-qadam:

A, B va C ustunlarni to'liq belgilanib menyu satridan **Вставка-Диаграмма...-Точечная-точечная диаграмма со значениями, соединенными...** tanlanib далее bosiladi va grafik tahrir qilinadi.



Grafikdan qattiq jismning suyuqlik ichida vertikal tushishida taxminan 0.02s davomida tezligi o'zgarmas qiymatga erishishini ko'rish mumkin.

Microsoft Excel komponentalar palitrasidan **Вид-Панели инструментов-Элементы управления** tanlanib **Кнопка** tugmachasi bosilib Excel oynasiga o'rnatiladi. **CommandButton** tugmachasini ikki marta bosilsa Microsoft Visual Basic dasturlash tiliga asoslangan oyna hosil bo'ladi.



(1) tenglamani dasturini quyidagicha yozish mumkin:

```
Private Sub CommandButton1_Click()
```

```
dt = 0.005: r = 0.1: ro = 7800: ros = 1260: myu = 1480: m1 = 27.3808:
```

```
m1g = 268.6056: m = 32.656: k = 2788.32
```

```
While t < 0.2
```

```
t = t + dt: i = i + 1
```

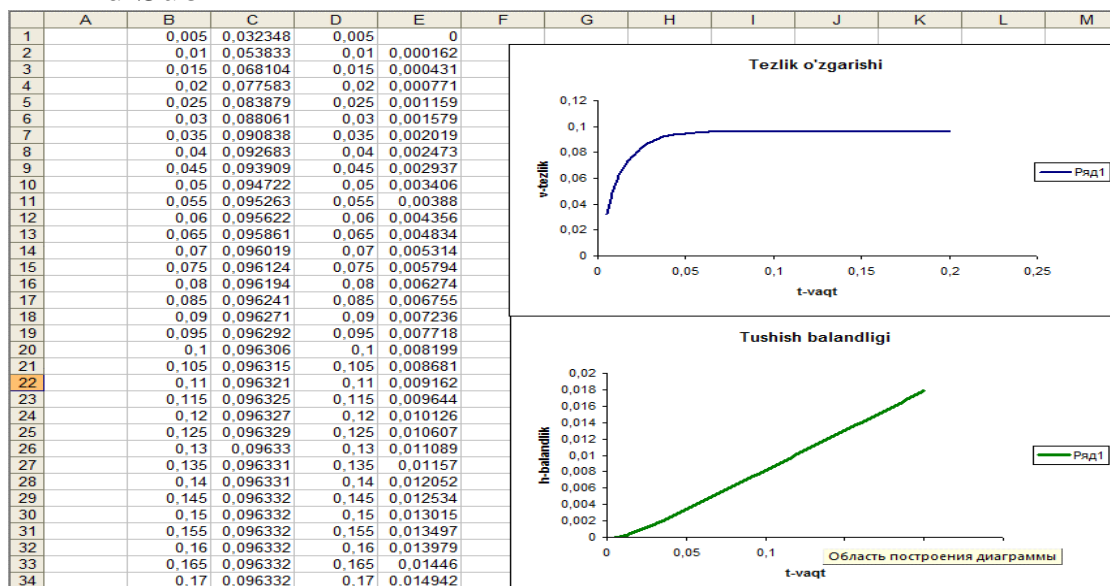
```
h = h + v * dt
```

```
v = v + dt / 2 * ((m1g - k * v) / m + (m1g - k * (v + dt * (m1g - k * v) / m)) / m)
```

```
Cells(i, 2) = t: Cells(i, 3) = v: Cells(i, 4) = t: Cells(i, 5) = h
```

```
Wend
```

```
End Sub
```



Fizikadan mashg‘ulotlar jarayonini tashkil etishda muammoli masalalar yaratish va ularni yechishda dasturiy vositalarni qo‘llash fizika ta’limi mazmuni va sifatini oshirish bilan bir qatorda kompyuter dasturlaridan foydalanish o‘qituvchi va talabalarning kundalik ish faoliyatiga aylanadi. Bu esa o‘z navbatida kompyuter dasturlarini fizikadan amaliy mashg‘ulotlar jarayoniga keng qamrovli qo‘llash hamda ulardan foydalanish dolzarb masala ekanligini ko‘rsatadi.

Sistemaning issiqlik uzatishi jarayoni uch xil ko‘rinishda bo‘ladi: nurlanish, konveksiya, issiqlik o‘tkazuvchanlik.

Issiqlik nurlanishi qattiq jismlarda yetarlicha kichik bo‘ladi, ya’ni jism sirtiga tushgan nurlanish energiyasi (foton yoki elektromagnit to‘lqin energiyasi) avvalo sirtdagi atom va molekulalar tomonidan yutilib so‘ngra ichki energiyaga aylanadi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonida sistema hajmi o'zgarmagan holda uning ichki energiyasi issiqlik sig'imiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Energiya sochilishi molekular harakat tezligi, erkin yugurish yo'li va kinetik energiyasiga bog'liq. Molekulalar to'qnashuvi absolyut elastik bo'lib issiq molekular o'z kinetik energiyasini sovuq molekularga uzatadi va bu jarayon uzluksiz termodinamik muvozanat holatigacha davom etadi.

Konveksiya jarayonida energiya modda almashinuvi hisobida yuz beradi, bunda energiya oqimlari bir-biri bilan aralashadi. Konveksiya suyuqlik va gazlarga xos jarayon hisoblanib qattiq jismlarda konveksiya yuz bermaydi. Har qanday termodinamik berk sistemada temperatura termodinamik muvozanat holatigacha davom etadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik issiqlik uzatishning asosiy xususiyati hisoblanib qattiq jismlarda muhim ahamiyatga ega.

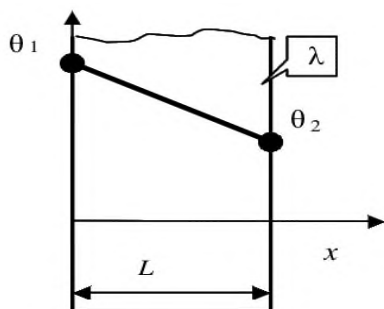
Issiqlik o'tkazuvchanlik uchun Furiye qonuni formulasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$q_k = -\lambda A \frac{d\theta}{dx} \quad (1)$$

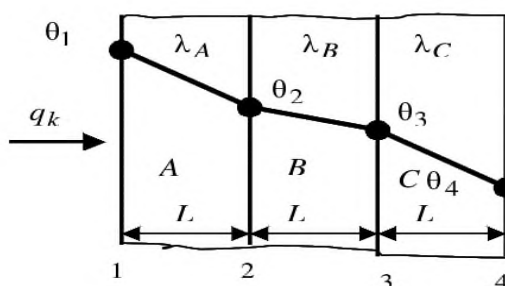
bu yerda θ – temperatura, A – yuza, x – issiqlik oqimi yunalishi, λ – muhitning fizikaviy xarakteristikasi. q_k – issiqlik oqimi bo'lib uning birligi $\frac{Wt}{m \cdot K}$. Qalinligi L bo'lgan bir jinsli devor uchun Furiye qonuni formulasini integrallash natijasida quyidagicha yozish mumkin:

$$q_k = -\frac{\lambda A}{L}(\theta_2 - \theta_1) = \frac{\lambda A}{L}(\theta_1 - \theta_2) \quad (2)$$

bu yerda θ_1 – devor chap tomoni temperaturasi ($x=0$), θ_2 – devor o'ng tomoni temperaturasi ($x=L$) (1-rasm).



1-rasm. Bir jinsli devorda issiqlik o'tkazish sxemasi



2-rasm. Uch xil devor uchun issiqlik o'tkazish sxemasi

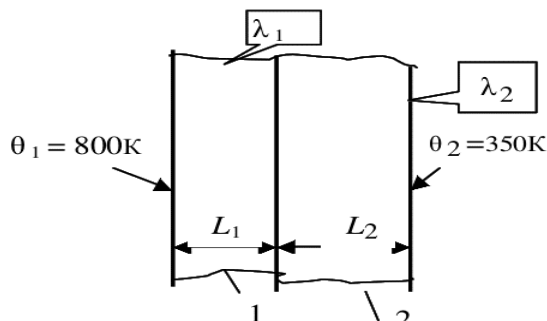
Agar devor uch xil jinsli moddadan tuzilgan qatlamdan iborat bo'lsa Furiye qonuni formulasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$q_k = \frac{\theta_1 - \theta_2}{\left(\frac{L}{\lambda_A}\right)_A + \left(\frac{L}{\lambda_B}\right)_B + \left(\frac{L}{\lambda_C}\right)_C} \quad (3)$$

Devor N jinsli qatlamdan iborat bo'lsa

$$q_k = \frac{\theta_i - \theta_{i+1}}{(L/\lambda A)_i} = \frac{\theta_i - \theta_{N+1}}{\sum_{i=1}^N (L/\lambda A)_i} \quad (4)$$

formula o'rinlidir.



3-rasm. Ikki jinsli devorda issiqlik uzatish sxemasi: 1 – po'lat uchun; 2 – asbest uchun

Pech devori qalinligi $1.2sm$, temperaturasi $\theta_1 = 800K$ bo'lgan po'lat va qalinligi $5sm$, temperaturasi $\theta_2 = 350K$ bo'lgan asbestdan tuzilgan bo'lsin (3-rasm). Po'latning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $\lambda_1 = 19 \frac{Wt}{m \cdot ^\circ C}$, asbestning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $\lambda_2 = 0.7 \frac{Wt}{m \cdot ^\circ C}$. Ushbu devor uchun issiqlik oqim zichligini topamiz. Buning uchun Furiye issiqlik o'tkazuvchanlik qonuni (1) formulasidan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$q_k = \frac{\theta_1 - \theta_2}{L_1/\lambda_1 A + L_2/\lambda_2 A} \quad (5)$$

Bundan issiqlik oqim zichligini hisoblasak,

$$\frac{q_k}{A} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{L_1/\lambda_1 + L_2/\lambda_2} = \frac{800 - 350}{0.012/19 + 0.05/0.7} = 6245 \frac{Wt}{m^2}.$$

Har ikkala devor qatlami birikkan joydagi temperaturani hisoblaymiz:

1. Po'lat devor tomon uchun $\frac{q_k}{A} = \frac{\theta_1 - \theta_x}{L_1/\lambda_1}$ ifodani yozish mumkin, bundan

$$\text{chegara qismdagi temperatura } \theta_x = \theta_1 - \frac{q_k}{A} \left(\frac{L_1}{\lambda_1} \right) = 800 - 6245 \left(\frac{0.012}{19} \right) = 796K.$$

2. Asbest devor tomon uchun $\frac{q_k}{A} = \frac{\theta_x - \theta_2}{L_2/\lambda_2}$ ifodani yozish mumkin, bundan

$$\text{chegara qismdagi temperatura } \theta_x = \frac{q_k}{A} \left(\frac{L_2}{\lambda_2} \right) + \theta_2 = 6245 \cdot \frac{0.05}{0.7} + 350 = 796K \text{ ga}$$

teng.

Demak, po'lat va asbest devorlari chegarasidagi temperatura 796K ga teng va bundan po'lat qatlam tomonida temperatura 4K ga, asbest tomonida 446K ga o'zgarishini ko'rish mumkin.

(4) formuladan ko'rinadiki, issiqlik oqimi devor qatlamlari qalinliklari va temperaturalariga bog'liq ekan. Quyida Microsoft Excel dasturida qatlamlar qalinliklarining o'zgarishi hisobidan temperatura, issiqlik oqimi o'zgarishining o'zaro bog'lanish modelini ishlab chiqamiz:

✓ O'zgarish kattaliklari qiymatlari tegishli ustunga yozib olinadi.

✓ Jadvalning C ustuni 4- satriga quyidagi formula kiritiladi:

$$=C3+\$K\$1$$

✓ Jadvalning D ustuni 4-satriga quyidagi formula kiritiladi:

$$=D3+\$K\$2$$

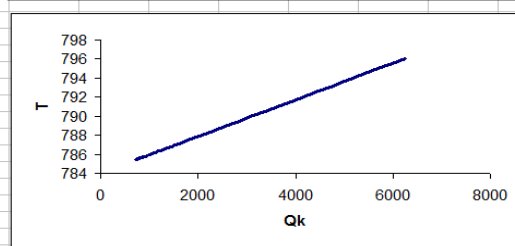
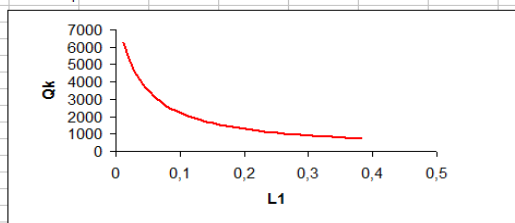
✓ Jadvalning E ustuni 4-satriga issiqlik oqimi formulasini kiritamiz:

$$=(\$I\$1-\$I\$2)/(C4/\$I\$3+D4/\$I\$4)$$

✓ Jadvalning F ustuni 4-satriga ikki devor chegarasidagi temperaturani aniqlash formulasini kiritamiz:

$$=\$I\$1-E4*(C4/\$I\$3)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1			L1	L2	Qk	T		T1=	800	L1=	0,01					
2								T2=	350	L2=	0,01					
3			0,012	0,05	6244,783	796,0559		I1=	19							
4			0,022	0,06	5180,024	794,0021		I2=	0,7							
5			0,032	0,07	4425,466	792,5466		A=	1							
6			0,042	0,08	3862,786	791,4612										
7			0,052	0,09	3427,05	790,6207										
8			0,062	0,1	3079,654	789,9506										
9			0,072	0,11	2796,206	789,4038										
10			0,082	0,12	2560,537	788,9493										
11			0,092	0,13	2361,506	788,5653										
12			0,102	0,14	2191,184	788,2368										
13			0,112	0,15	2043,778	787,9525										
14			0,122	0,16	1914,955	787,704										
15			0,132	0,17	1801,409	787,485										
16			0,142	0,18	1700,574	787,2904										
17			0,152	0,19	1610,429	787,1166										
18			0,162	0,2	1529,361	786,9602										
19			0,172	0,21	1456,063	786,8188										
20			0,182	0,22	1389,469	786,6903										
21			0,192	0,23	1328,701	786,5731										
22			0,202	0,24	1273,025	786,4657										
23			0,212	0,25	1221,828	786,367										
24			0,222	0,26	1174,589	786,2759										
25			0,232	0,27	1130,867	786,1915										
26			0,242	0,28	1090,283	786,1132										
27			0,252	0,29	1052,511	786,0404										
28			0,262	0,3	1017,269	785,9724										
29			0,272	0,31	984,3102	785,9088										
30			0,282	0,32	953,4202	785,8492										
31			0,292	0,33	924,41	785,7933										
32			0,302	0,34	897,113	785,7406										
33			0,312	0,35	871,382	785,691										
34			0,322	0,36	847,0858	785,6441										



Yuqorida keltirilgan fizik jarayon ishchi formulalaridan foydalangan holda quyidagi dastur kodlarini yozamiz:

Private Sub CommandButton1_Click()

T1 = 800: T2 = 350: L1 = 0.012: L2 = 0.05:

dL = 0.01: j1 = 19: j2 = 0.7: Qk = 6245

While L < 0.3

L1 = L1 + dL: L2 = L2 + dL: i = i + 1

Qk = (T1 - T2) / (L1 / j1 + L2 / j2)

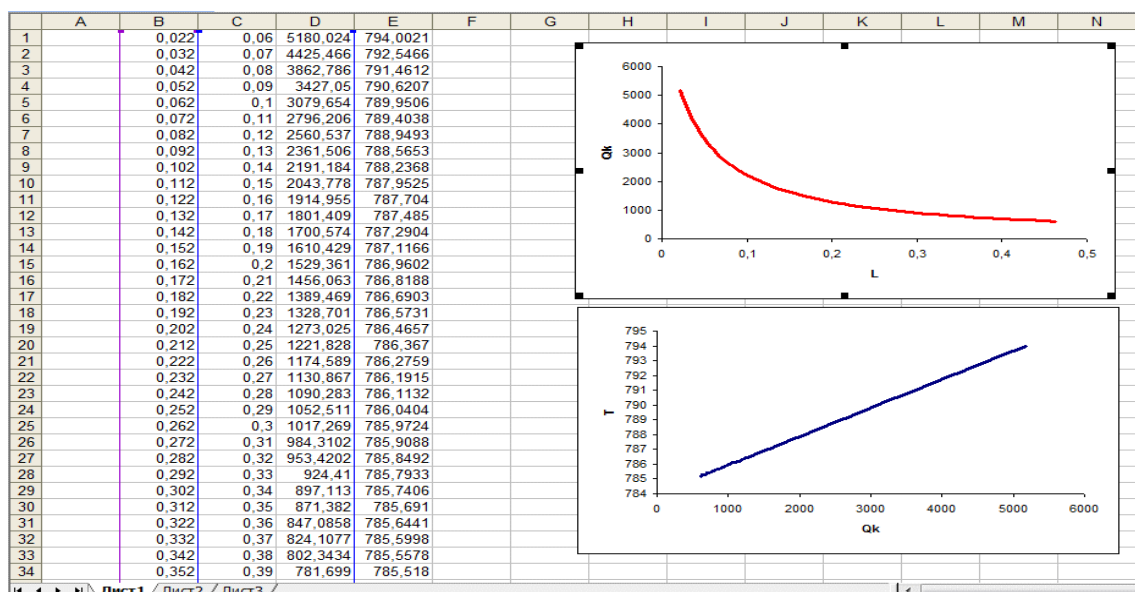
T = T1 - Qk * (L1 / j1)

Cells(i, 2) = L1: Cells(i, 3) = L2: Cells(i, 4) = Qk: Cells(i, 5) = T

Wend

End Sub

Kompilyatsiya jarayonidan so'ng Microsoft Excel oynasida turta ustundan iborat jadval hosil bo'ladi. Microsoft Excel grafik imkoniyatdan foydalangan holda quyidagi natijaga ega bo'lamiz:



Grafikdan ko'rinadiki qatlam qalinligi ortgan sari issiqlik oqimi kamayishini, temperatura esa issiqlik oqimiga tug'ri proporsional ekanligini ko'rish mumkin.

Quyida gorizontga burchak ostida otilgan jism harakatini o'rganishda Microsoft Excel dasturining jadval va dasturlash imkoniyatlaridan foydalangan holda uchish uzoqligi, ko'tarilish balandligi, uchish vaqtini aniqlash bilan birgalikda harakatni modellashtiramiz. Gorizontga α burchak ostida ϑ_0 boshlang'ich tezlik bilan otilgan jism trayektoriyasi paraboladan iborat. Harakatlanish tenglamasini vertikal y o'qi bo'yicha:

$$y = \vartheta_y t - gt^2 / 2 \quad (1)$$

x o'qi bo'yicha esa,

$$x = \vartheta_x t \quad (2)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Boshlang'ich tezlikning vertikal va gorizonttal o'qlardagi proyeksiyalari mos ravishda $\vartheta_y = \vartheta_0 \sin \alpha$, $\vartheta_x = \vartheta_0 \cos \alpha$.

Harakatlanish vaqtining $t = \frac{x}{\vartheta_x} = \frac{x}{\vartheta_0 \cos \alpha}$ ga teng qiymatini (2) tenglamaga

olib borib qo'ysak, $y = tg \alpha \cdot x - \frac{g}{2\vartheta_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2$ (3) tenglikka ega bo'lamiz. (3)

tenglamadan x - argument, y - funksiya deb qarasaq uning grafigi paraboladan iborat bo'ladi.

Microsoft Excel da grafiklar hosil qilish birmuncha sodda va qulay hisoblanadi. Quyida Microsoft Excel dasturining jadval imkoniyatidan

foydalanib formulalar va berilgan kattaliklarni kiritish orqali gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakati o'rganilgan (2-rasm). Formulalarni kiritishda e'tibor qilish kerak bo'lgan eng asosiy narsa o'zgarmas kattaliklar va qadam bilan ortib boruvchi o'zgaruvchan kattaliklardir. O'zgaruvchan kattaliklar to'g'ridan-to'g'ri yoziladi, o'zgarmas kattaliklar esa \$ belgisi yordamida yoziladi.

Uchish vaqti, ko'tarilish balandligi va uchish uzoqligini hisoblash formulalari quyidagicha kiritiladi:

Uchish vaqti: $=A3+H$2$;

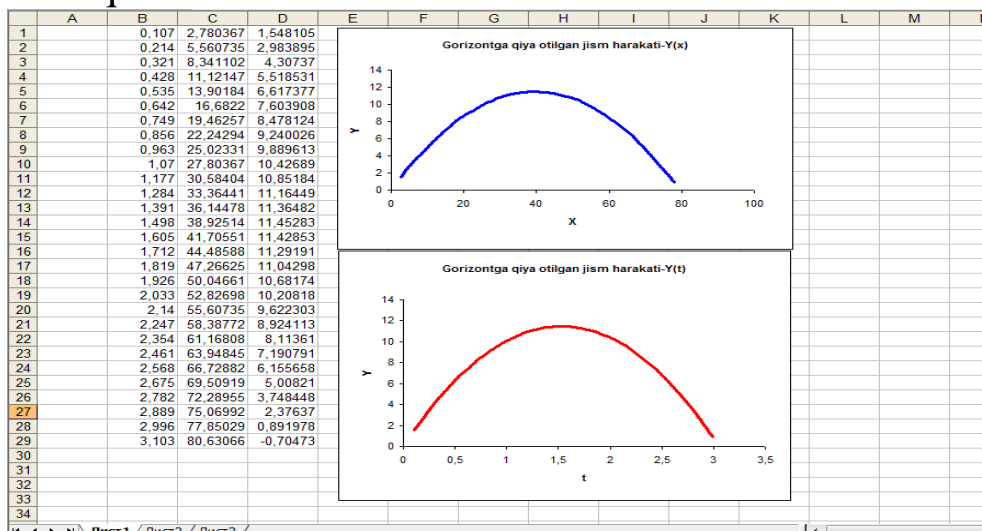
Ko'tarilish balandligi: $=B3*SIN(C3*3,14/180)*A3-H$1*A3^2/2$;

Uchish uzoqligi: $=B3*COS(C3*3,14/180)*A3$

(3) formulaga muvofiq quyidagi dastur kodlarni yozamiz:

```
Private Sub CommandButton1_Click()
dt = 0.107: alfa = 30: g = 9.81: v0 = 30
While t < 3: t = t + dt: i = i + 1
dx = v0 * Cos(alfa * 3.14 / 180) * dt
x = x + dx
y = Tan(alfa * 3.14 / 180) * x - (g / (2 * (v0 * Cos(alfa * 3.14 / 180)) ^ 2)) * x ^ 2
Cells(i, 2) = t: Cells(i, 3) = x: Cells(i, 4) = y
Wend
End Sub [1; 20-25-6.]
```

Kompilyatsiya jarayoni amalga oshirilgandan so'ng Microsoft Excel ishchi oynasida avtomatik tarzda jadval ma'lumotlari hosil bo'ladi va grafik tahrir qilinadi.



Microsoft Excel dasturida fizik jarayonlarni modellashtirish afzalliklari:

- ✓ Dasturda ishlash qulay va soddaligi;
- ✓ Hisoblash va natijalar olish tezkorligi;
- ✓ Formulalar va kattaliklarni kiritish osonligi;

- ✓ *Kattaliklar xatoligi kamligi va yuqori aniqlik;*
- ✓ *Grafik rejimi imkoniyati va aniqligi yuqoriligi;*
- ✓ *Kattaliklarni o'zgartirib grafik o'zgarishini kuzatish imkoniyati mavjudligi;*

Fizika fanidan amaliy mashg'ulotlar jarayonida dasturiy vositalar va dasturlash tillaridan foydalanish zamonaviy o'qitish usuli hisoblanadi. Bunda yechilishi kerak bo'lgan muammoga mos ravishda dasturiy vosita tanlanishi kerak. Hozirgi kunda MathCAD, Matlab, Maple dasturiy vositalari, C++, Java, Delphi7 kabi dasturlash tillaridan keng foydalanilmoqda. Shu bilan birga Microsoft Excel dasturining ham o'ziga xos afzalliklari mavjud. Xulosa o'rinda shuni ta'kidlash mumkinki, Microsoft Excel imkoniyatlaridan foydalanib fizik jarayonlarini modellashtirish muhim ahamiyatga ega bolib o'qitish jarayonida samarali natijalar beradi.

§28. Fizika fanidan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari jarayonida MATLAB/SIMULINK muhitidan va Borland Delphi7, Borland C++ dasturlash tillaridan foydalanish

Oliy ta'lim muassasalarida umumiy fizika kursini o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalardan va axborot kommunikatsiya vositalaridan, bu vositalarning imkoniyatlaridan o'z o'rnida foydalanish yuksak intellektual salohiyatga ega bo'lgan, bilimli kadrlar tayyorlash kafolatidir. Shu o'rinda, axborot texnologiyalari sohalari doirasida tayyorlanayotgan mutaxassis kadrlar uchun tabiiy jarayonlarni modellashtirish va ularni o'rganishda har xil zamonaviy dasturiy vositalardan foydalana bilish ko'nikmalariga ega bo'lish ahamiyatlidir. Shuning uchun fizika fanini o'qitish jarayonida zamonaviy dasturiy tizimlardan foydalanish usullarini ko'rsatib o'tish maqsadga muvofiqdir. Shularni hisobga olib, talabalarni keyinchalik o'qitiladigan elektronika va sxemotexnika fanlarini o'rganishga tayyorlash maqsadida ushbu maqolada eng sodda masala va fizikaviy jarayonlarni MATLAB/SIMULINK muhitida modellashtirish va Borland Delphi7 dasturidan foydalanish orqali grafiklarini hosil qilish usullari o'rganiladi.

Gorizontga burchak ostida otilgan tosh $1m$ balandlikdan 30° burchak ostida $20m/s$ tezlik bilan otilgan bo'lsin. MATLAB/SIMULINK muhitida toshning og'irlik kuchi ta'siri ostidagi harakatini modellashtirish orqali uchish uzoqligini o'rganamiz. Havoning

qarshiligini hisobga olmaymiz. Erkin tushish tezlanishi $g = 9.81m/s^2$. Toshning harakat tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\begin{cases} y = y_0 + g_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \\ x = g_0 \cos \alpha \cdot t \end{cases} \quad (1)$$

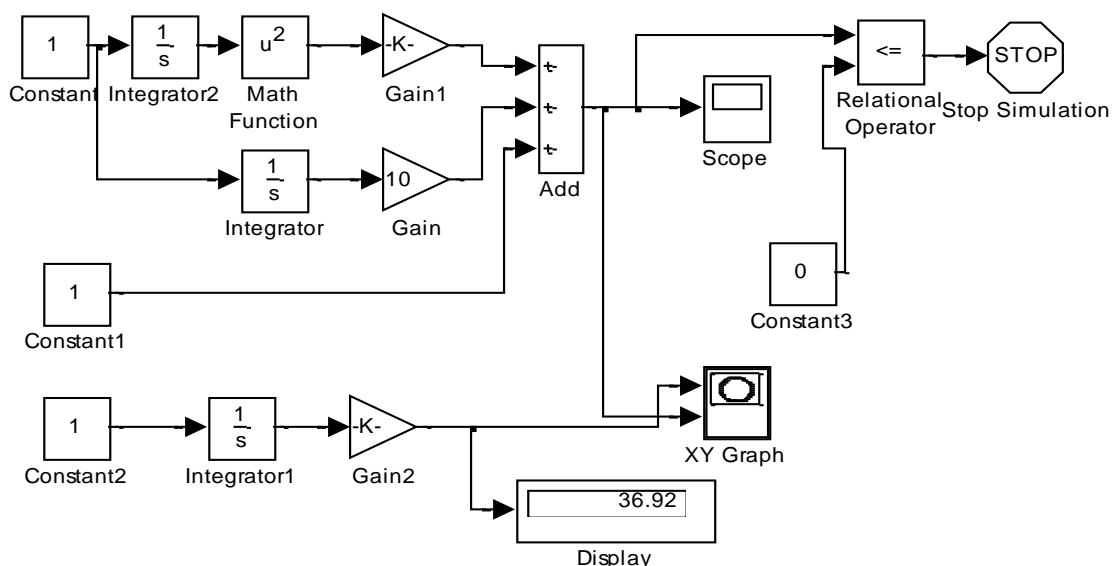
Berilgan kattaliklarning son qiymatlarini (1) tenlamaga qo'ysak,

$$\begin{cases} y = 1 + 10t - 4.905t^2 \\ x = 10\sqrt{3}t \end{cases} \quad (2)$$

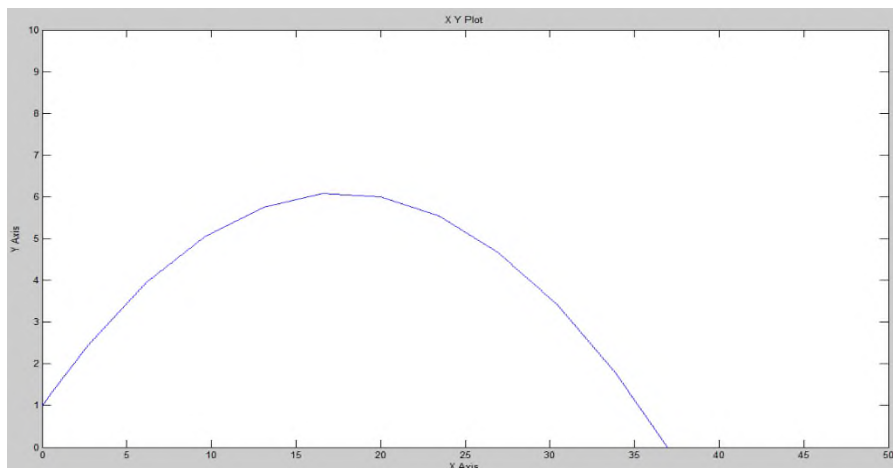
(2) tenlamadan vaqtni $t = \frac{x}{10\sqrt{3}}$ topib o'rniga qo'ysak

$$y = 1 + 10 \cdot \frac{x}{10\sqrt{3}} - 4.905 \cdot \frac{(x/10\sqrt{3})^2}{2}, \quad y = 1 + 0.58x - 0.028x^2 \text{ kelib chiqadi.}$$

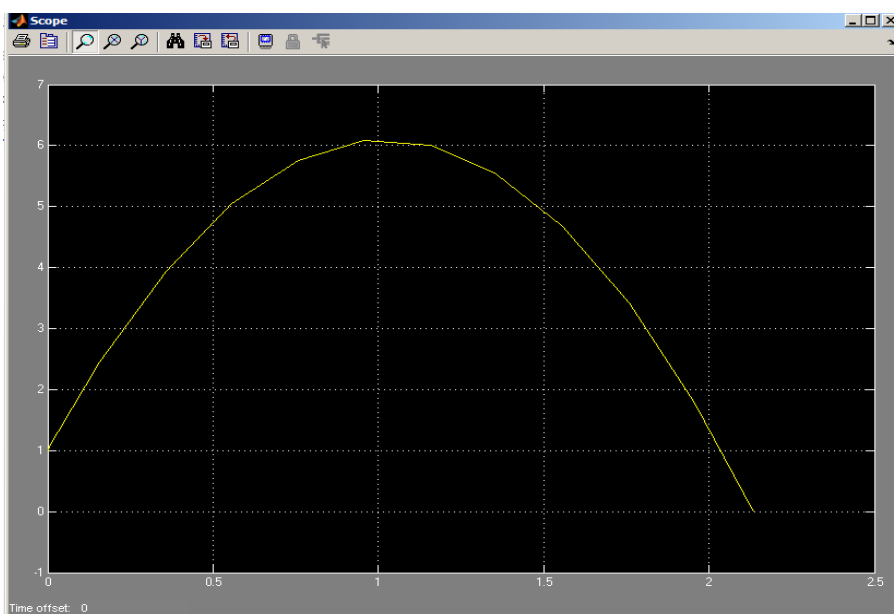
MATLAB/SIMULINK muhitida tosh harakatining modelini ishlab chiqamiz va Borland Delphi7 dasturlash tilida grafik ko'rinishini tasvirlaymiz. Simulink library browser nomli kutubxona panelidan kerakli bloklar integrator (integral signal), Gain (kirish signaliga o'zgarmas koeffitsiyent ko'paytirish), Constant (o'zgarmas signalli manba), Display (raqamli signallarni son ko'rinishida tasvirlash), Scope (virtual ossiollograf), XY Graph (virtual grafik quruvchi), Relational operator (aloqa o'rnatuvchi operator), Stop simulation (simulyatsiyani to'xtatuvchi) tanlaymiz.



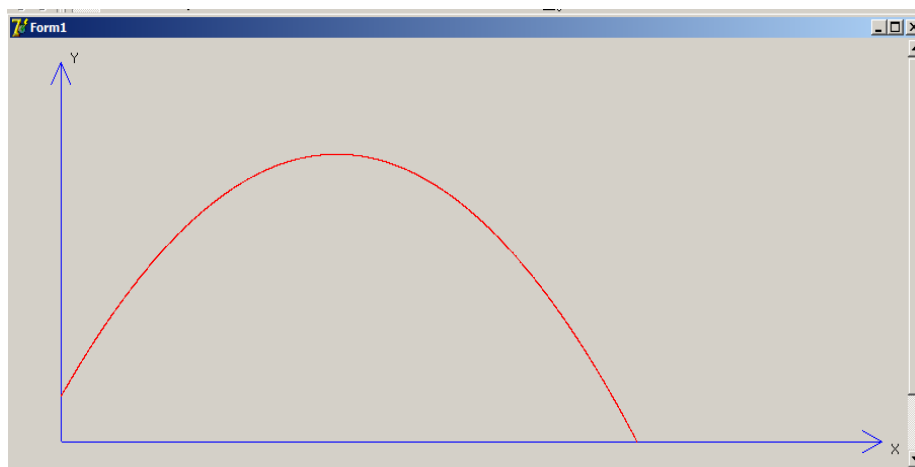
Tosh trayektoriyasi modelining sxematik tuzilishi



Toshning fazoviy trayektoriyasi



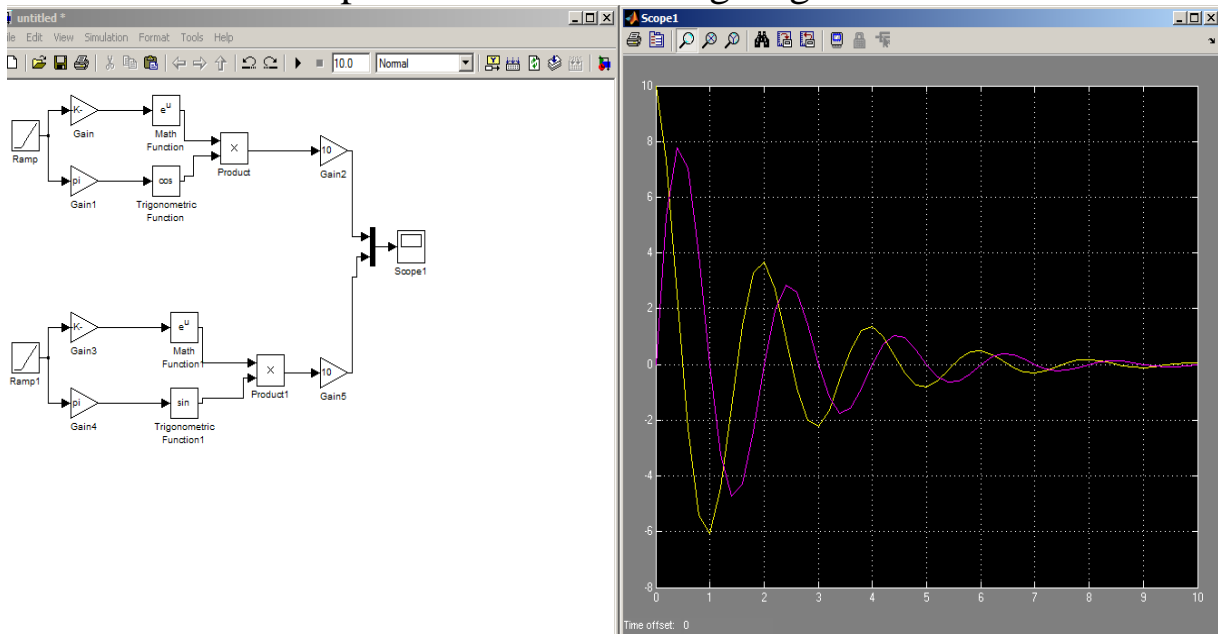
Tosh ko'tarilish balandligining vaqtga bog'lanish grafigi



Borland Delphi7 dasturida chizilgan grafik

MATLAB/SIMULINK muhitida dinamik sistemalarni modellashtirish natijasida shunday xulosaga kelish mumkinki, bu dastur katta imkoniyatlarga ega bo'lib fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida ayirim masalalarni yechishdagi yuqori aniqligi, tezkorligi va o'quvchi o'rganishi uchun qulayligi bilan boshqa dasturlardan ajralib turadi. Borland Delphi7 dasturlash tili orqali funksiya garfiklarni o'rganish esa fizikaviy amallarni bajarishda ijodiy fikrlashni kengaytiradi va yosh dasturchilar uchun mukammal dasturlar yaratishida asos bo'lib xizmat qiladi.

Harakat tenglamasi $y = 10e^{-t} \cos \pi t$ yoki $y = 10e^{-t} \sin \pi t$ ko'rinishda bo'lgan so'nuvchi mayatnik uchun Simulink usulida modellashtirish orqali so'nish kattaligini vaqtga bog'lanishi va fazoviy portretini Scope (ossiollograph) va XY Graph (virtual grafik quruvchi)da o'rganamiz hamda Borland Delphi7 dasturlash tilida grafigini chizamiz.



So'nuvchi tebranma harakat modelining sxematik tuzilishi va ossiollografda so'nish kattaligining vaqtga bog'lanishi

Borland Delphi7 dasturlash tilini ishga tushirib komponentalar paletrasidagi System tarkibidan PaintBox ni va Standard tarkibidan Button tugmachalarini tanlab formaga tushiramiz. Formada PaintBox, Button1 va Button2 tugmachalarni ketma-ket sichqonchani ikki martadan bosib dastur kodi kiritiladi. Dastur kodini kiritishda koordinatalar boshini, masshtabni va qadam berishni to'g'ri tanlash lozim bo'ladi. Natijada tugmachalarni har birini bosganda grafiklar ketma-ket chiziladi.

Dastur kodi quyidagicha:

```

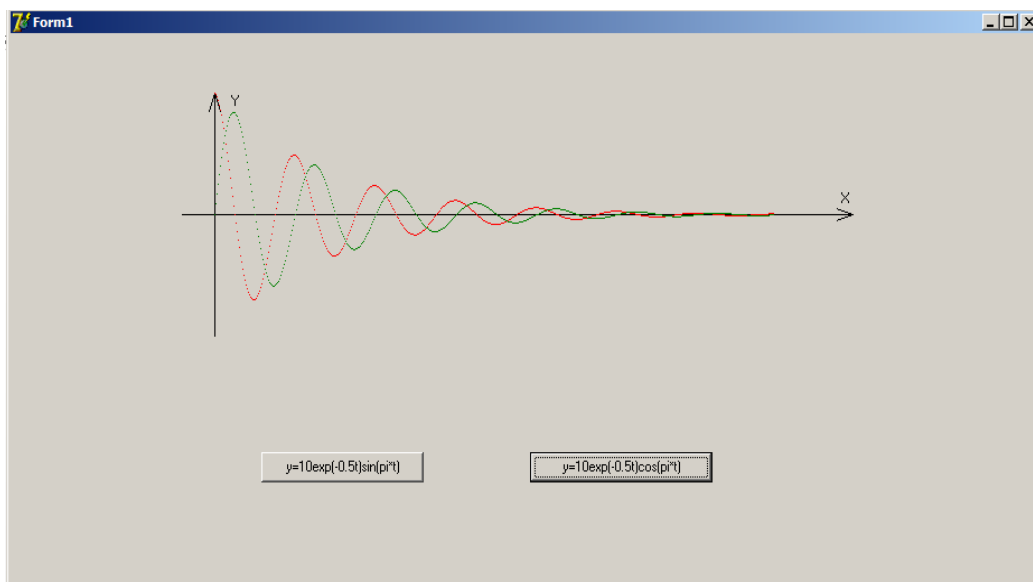
procedure
TForm1.Button1Click(Sender:
TObject);
var i:integer;
x0,y0,x,x1,x2,fx,fy:integer;
begin
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
PaintBox1.Canvas.MoveTo(30,2
00);
PaintBox1.Canvas.LineTo(30,0);
PaintBox1.Canvas.MoveTo(600,
100);
PaintBox1.Canvas.LineTo(0,100
);
PaintBox1.Canvas.MoveTo(600,
100);
PaintBox1.Canvas.LineTo(585,1
05);
PaintBox1.Canvas.MoveTo(600,
100);
PaintBox1.Canvas.LineTo(585,9
5);
PaintBox1.Canvas.MoveTo(35,1
5);
PaintBox1.Canvas.LineTo(30,0);
PaintBox1.Canvas.MoveTo(25,1
5);
PaintBox1.Canvas.LineTo(30,0);
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
PaintBox1.Canvas.TextOut(590,
80,'X');
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
PaintBox1.Canvas.TextOut(45,0,
'Y');
x0:=30;y0:=100;
begin
x1:=0;x2:=500;
x:=x1;
while x<x2 do

```

```

begin
fx:=x0+round(x);
fy:=y0-round(100*exp(-
0.01*x)*cos(5*x*pi/180));
for i:=0 to 500 do
PaintBox1.Canvas.Pixels[fx,fy]:
=clRed;
x:=x+1;
end;
end;
end;
procedure
TForm1.Button2Click(Sender:
TObject);
var i:integer;
x0,y0,ux,uy:integer;
x,x3,x4:real;
begin
x0:=30;y0:=100;
begin
x3:=0.01;x4:=500;
x:=x3;
while x<x4 do
begin
ux:=x0+round(x);
uy:=y0-round(100*exp(-
0.01*x)*sin(5*x*pi/180));
for i:=0 to 500 do
PaintBox1.Canvas.Pixels[ux,uy]:
=clGreen;
x:=x+1;
end;
end;
end;
end.

```



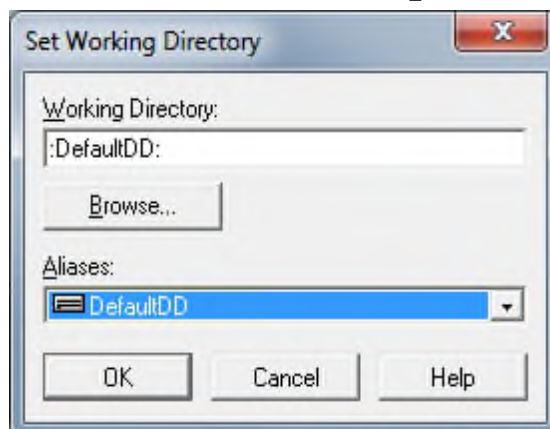
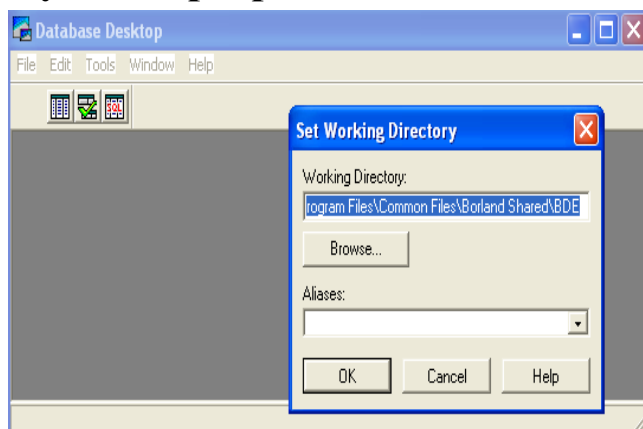
To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat tenglamasi $x = x_0 + g_0 t + \frac{at^2}{2}$ ko'rinishda berilgan bo'lsin. $x_0 = 5m$, $g_0 = 1m/s$, $a = 4m/s^2$ bo'lsa, u holda harakat tenglamasi $x = 5 + t + 2t^2$ ko'rinishga keladi. Tezlik $g = \frac{dx}{dt} = 1 + 4t$, tezlanish $a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dg}{dt} = 4m/s^2 = const$. $x = x(t)$, $g = g(t)$, $a = a(t)$ grafiklarini ma'lumotlar bazasini shakllantirish orqali hosil qilamiz. Argument t ga ixtiyoriy qiymatlar berib funksiya x , g , a ning qiymatlarini quyidagi jadvalda tushiramiz.

t	1	2	3	3.5	3.8	4	4.7	5	5.3	5.9
x	8	15	26	33	37.68	41	53.88	60	66.48	80.52
g	5	9	13	15	16.2	17	19.8	21	22.2	24.6
a	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Borland Delphi7 dasturlash tilini ishga tushiraib argument " t " va funksiya " x ", " g ", " a " nomli maydonlardan iborat MBni tuziladi:

1.DataBase DeskTop utilitasini ishga tushiriladi.

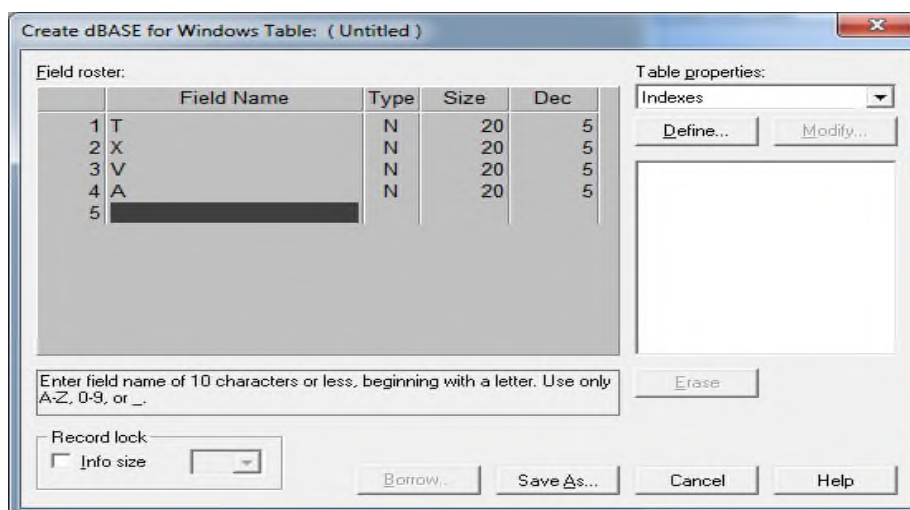
Пуск=>Программы=>Borland Delphi=>DataBase DeskTop.



2. DataBase DeskTop oynasining bosh menyusidan quyidagi buyruq beriladi. **File=>Working Directory**

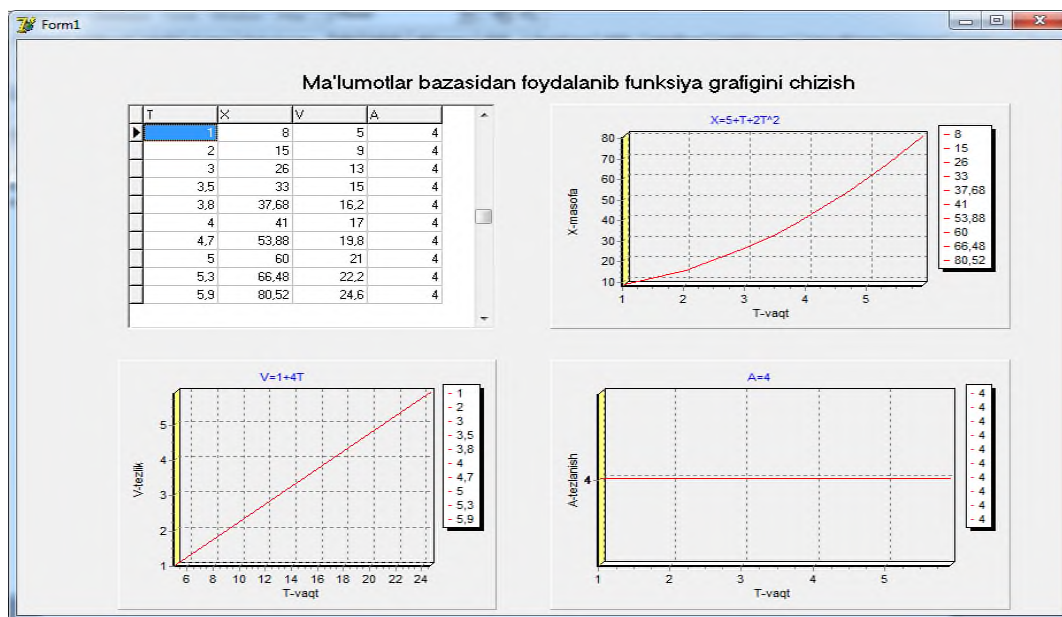
3. Jadval nomini **mbgr1** kabi saqlab DataBase DeskTop oynasi menyusidan

File=>Open buyrug'ini beriladi va Edit Data orqali jadvaldagi ma'lumotlar kiritiladi.



4. MBni boshqarish algoritmi quyidagicha tuziladi:

1. Delphi tizimini ishga tushirib **BDE** komponentalar palitrasidan **Ttable** komponentasini formaga joylashtiramiz.
2. Formadagi **Ttable** komponentasini uchun, **DataBase Name** xossasida MB ning psevdonimini aniqlaymiz.
3. **TableName** xossasidan MB jadvali nomini aniqlaymiz.
4. **Active** xossasini **True** qiymati bilan o'rnatamiz.
5. **DataAccess** komponentalar palitrasidan **TdataSource** komponentasini formaga qo'yamiz.
6. **Tdataset** xossasini **Table1** nom bilan o'rnatamiz.
7. **DataControls** komponentalar palitrasidan **TDbGrid** komponentasini formaga qo'yamiz.
8. **DataSource** xossasini **DataSource1** nom bilan o'rnatamiz.
9. **Label1** ga forma sarlovhasini yozamiz.
10. **F9** tugmasi bosilib komplyatsiya jarayonini amalga oshiramiz.



Bu oynada berilgan funksiyalarning jadval qiymatlarini o'zgartirsak grafik ham mos ravishda o'zgaradi, dastur kodi o'zgartirilmaydi. Shuni ta'kidlash joizki, kompyuter quyidagi dastur kodlarini avtomatik ravishda tuzadi va o'quvchining kod yozishiga hojat qolmaydi.

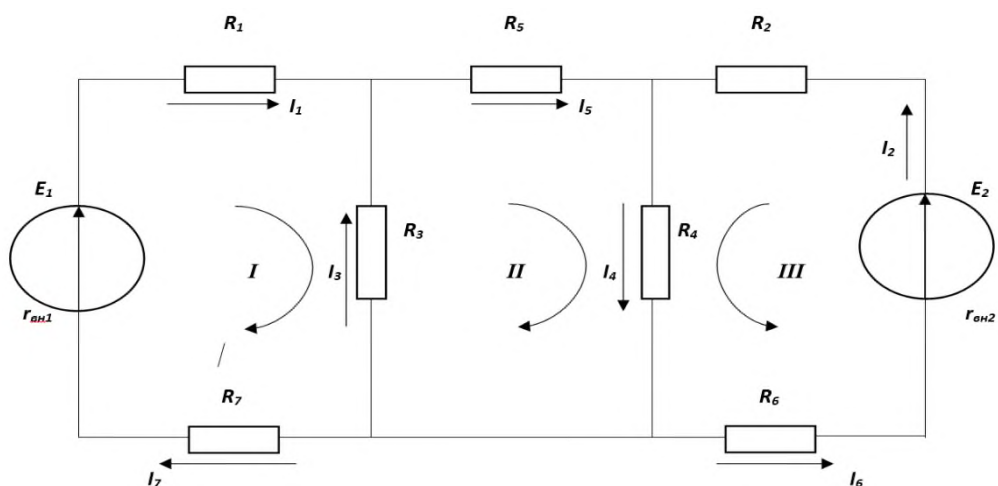
Delphi7 muhitidan foydalanib murakkab elektr zanjirlaridagi kattaliklarning qiymatlarini aniqlaymiz. Fizik kattaliklarning qiymatlarini aniqlash uchun Kirxgoff qoidalaridan foydalanib chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini hosil qilamiz va berilgan qiymatlarini o'rniga qo'yib natijalarga ega bo'lamiz.

Umumiy holda, chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi uchun Gauss tenglamasining umumiy yechimi quyidagicha:

$$x_k = \frac{1}{U_{kk}} (f_k - \sum_{i=k+1}^n U_{ki} x_i), \quad i = n, n-1, n-2, \dots, 1$$

Chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini yechishning Gauss usuli yordamida fizikaviy masalalarni yechimini topishni sonli usulda dasturlash tili orqali amalga oshiramiz.

EYUK i $E_1 = 53B$, $E_2 = 37B$, tashqi qarshiliklari $R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 0.4 \Omega$ va $R_1 = 0.3\Omega$, $R_5 = 1.2\Omega$, $R_7 = 0.3\Omega$, ichki qarshiliklari $r_{\text{sh1}} = 0,1\Omega$, $r_{\text{sh2}} = 0,2\Omega$ bo'lgan elektr zanjiri berilgan bo'lsin. Kirxgoff qoidalaridan foydalangan holda zanjirning barcha qismlari uchun toklarning qiymatlarini aniqlaymiz.



Kirxgoffning birinchi va ikkinchi qoidasiga ko‘ra quyidagi chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\begin{cases} I_1 + I_3 - I_5 = 0 \\ I_2 + I_5 - I_4 = 0 \\ E_1 = (r_{gh1} + R_1 + R_7)I_1 - R_3I_3 \\ E_2 = (r_{gh2} + R_2 + R_6)I_2 + R_4I_4 \\ R_3I_3 + R_5I_5 + R_4I_4 = 0 \end{cases}$$

Tenglamalar

sistemasini o‘rniga qo‘yish usuli bilan yechilgandan so‘ng zanjir qismlaridagi tok kuchlarining qiymatlari uchun quyidagi natijaga ega bo‘lamiz: $I_1 = 50 A$, $I_2 = 25 A$, $I_3 = -45 A$, $I_4 = 30 A$, $I_5 = 5 A$. Bunday uslubda tenglamalar sistemasining yechimini topish ko‘p mehnat va ortiqcha vaqt talab qiladi. Ko‘rinib turibdiki, tenglamadagi noma‘lumlar soni ortgan sari yechimini topish ham proporsional ravishda murakkablasha boradi. Bu albatta yetarlicha muammo tug‘diradi. Bunday tipdagi tenglamalar sistemalarini yechishda dasturlash tillaridan foydalanish uslubini ko‘rib o‘tamiz. Dasturlash tili sifatida Delphi7 dasturlash tilini qabul qilamiz.

Birinchi navbatda aniqlanishi kerak bo‘lgan tok kuchlari kattaliklari uchun $I_1 = x_1$, $I_2 = x_2$, $I_3 = x_3$, $I_4 = x_4$, $I_5 = x_5$ kabi belgilashlar kiritamiz. Berilgan kattaliklar va noma‘lumlarni tenglamalar sistemasiga qo‘ysak, quyidagi tenglamalar sistemasiga ega bo‘lamiz:

$$\begin{cases} x_1 + 0 \cdot x_2 + x_3 + 0 \cdot x_4 - x_5 = 0 \\ 0 \cdot x_1 + x_2 + 0 \cdot x_3 - x_4 + x_5 = 0 \\ 0.7x_1 + 0 \cdot x_2 - 0.4x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 = 53 \\ 0 \cdot x_1 + x_2 + 0 \cdot x_3 + 0.4x_4 + 0 \cdot x_5 = 37 \\ 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0.4x_3 + 0.4x_4 + 1.2x_5 = 0 \end{cases}$$

Ushbu tenglamalar sistemasining matritsa ko‘rinishi quyilagicha:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 \\ 0.7 & 0 & -0.4 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0 & 0.4 & 0.4 & 1.2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 53 \\ 37 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Chiziqli

algebraik tenglamalar sistemasi yechimini sonli usulda Gauss uslubidan foydalanib yechimini topish umumiy formulasidan foydalangan holda Borland Delphi7 muhitining konsol rejimida dasturini tuzamiz.

Delphi7 dasturlash tilini ishga tushiramiz:

Borland Delphi7->File->New->Console Application.

Chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi uchun Gauss umumiy formulasidan foydalanib quyidagi dastur kodlarini kiritamiz.

<pre> program Tenglama2; {\$APPTYPE CONSOLE} const n=5; var A: array [1..n,1..n] of Real ; B: array [1..n] of Real ; x: array [1..n] of Real ; i, j, k: Integer ; L, G: Real; begin for i:=1 to n do x[i]:=0; writeln('vvedite svobodnix chleni'); for i :=1 to n do begin write('B[' ,i, ']='); read(B[i]); end; Writeln('vvedite koeffisienti '); for i :=1 to n do for j :=1 to n do begin Write('A[' ,i, ', ',j, ']='); read(A[i,j]); </pre>	<pre> end; for k :=1 to n-1 do for i :=k+1 to n do begin L:=A[i,k]/A[k,k]; B[i]:=B[i]-L*B[k]; for j :=k to n do A[i,j]:=A[i,j]-L*A[k,j]; end; x[n]:=B[n]/A[n,n]; for i:= (n-1) downto 1 do begin for k:= (i+1) to n do G:=G+A[i ,k]*x[k]; x[i]:=1/A[i, i]*(B[i]-G); G:=0; end; writeln ('Otveti:'); for i:=1 to n do begin writeln ('X[' , i , ']= ',x[i]:6:4); end; Readln(x[i]); end. </pre>
---	---

Kompilyatsiya jarayoni amalga oshirilgandan so'ng konsol oynasida quyidagi natija kelib chiqadi:

```
vvedite svobodnix chleni
B11=0
B121=0
B131=53
B141=37
B151=0
vvedite koeffisienti
A11.11=1
A11.21=0
A11.31=1
A11.41=0
A11.51=-1
A12.11=0
A12.21=1
A12.31=0
A12.41=-1
A12.51=1
A13.11=0.7
A13.21=0
A13.31=-0.4
A13.41=0
A13.51=0
A14.11=0
A14.21=1
A14.31=0
A14.41=0.4
A14.51=0
A15.11=0
A15.21=0
A15.31=0.4
A15.41=0.4
A15.51=1.2
otveti:
X111= 50.0000
X121= 25.0000
X131= -45.0000
X141= 30.0000
X151= 5.0000
```

Fizikadan amaliy mashg‘ulotlar jarayonida qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan pedagogik dasturiy vositalar, matematik dasturiy paketlar va dasturlash tillarining turlari bugungi kunda yetarlicha ko‘p, shunga yarasha ulardan foydalanish imkoniyati ham chegaralanmagan. Fizika fanining har bir bo‘limiga kreativ yondashgan holda metodik nuqtai-nazar bilan qarab mos zamonaviy dasturiy vositani tanlash o‘qituvchidan yuqori malaka va kuchli bilim talab etadi. Zamonaviy dasturiy vositalarning imkoniyatlaridan foydalanib fizikadan ilmiy-amaliy, ijodiy ishlarda uzluksiz foydalanish zamonaviy fizika va zamonaviy dasturlash tillarining bir xilda rivojlanishini ta’minlaydi.

Fizikadan laboratoriya mashg‘ulotlari sifatini va talabalarning laboratoriya mashg‘ulotlariga bo‘lgan qiziqishini oshirish maqsadida zamonaviy axborot kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish, laboratoriya mashg‘ulotlari jarayoniga dasturiy vositalarni qo‘llash bugungi kunda har qachongidan ko‘ra muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu bilan birga fizikadan laboratoriya mashg‘ulotlari jarayoniga dasturiy vositalarni qo‘llash, masalan, fizikadan laboratoriya ishlarida olingan natijalarga elektron ishlov berish va xisobotini elektron tashkil etish birinchidan talabaga laboratoriya ishlarini topshirish jarayonini osonlashtiradi va tezashtiradi, ikkinchidan o‘qituvchiga ham bir qator qulayliklar yaratadi. Ma’lumki fizikadan laboratoriya mashg‘ulotlari jarayoni virtual yoki fizik jihozlar yordamida amalga oshiriladi, bunda olingan natijalar daftarga hisobot shaklida yozilib jadval asosida to‘ldiriladi so‘ngra o‘qituvchi hisobotlarni tekshirib tegishli ball bilan baholaydi. Ushbu jarayonni soddalashtirish maqsadida maqolada fizikaviy stendlar yoki virtual usulda olingan natijalarga elektron ishlov

berish va hisobotini elektron shaklda to'ldirish hamda topshirish jarayonini Borland Delphi 7 muhitida dasturlari ishlab chiqiladi.

Delphi7 dasturlash tilini ishga tushirib **Pusk->Programmi->DataBaseDesktop** yordamida **dbf** faylda ma'lumotlar bazasini ishlab chiqiladi.

5 ta yangi forma ochiladi va 1-formaga komponentalar palitrasidagi quyidagi komponentalar joylashtiriladi:

Data Controls->DBGrid, BDE->Table, Data Access->DataSource, Standard->MainMenu.

Table tarkibidan **Database Name** xossasiga **DefoultDD** nom bilan o'rnatilib, **TableName** xossasini **dbf** fayldagi jadval nomi bilan aniqlanadi;

DataSource tarkibidan **DataSet** xossasiga **Table1** o'rnatiladi;

DBGrid tarkibidan **DataSource** xossasiga **DataSource1** o'rnatiladi;

Table tarkibidan **Active** xossasini **True** ga o'zgartiriladi;

MainMenu tarkibiga **Fayl->[Yuriqnoma, Hisobotniko'rish, Format->[PDF, RTF, Excel], Grafik, Pechat->[Yuriqnoma, Jadval], Chiqish],Tahrir->[Qoshish, O'zgartirish, O'chirish]** o'rnatiladi;

Natijada **DBGrid** oynasida jadval paydo bo'ladi. So'ngra 2-formaga quyidagi komponentalarni joylashtiramiz:

FastReport 4.0->frxReport, FastReport 4.0->frxDBDataset, FastReport 4.0->frxPreview, FastReport 4 exports->frxXLSExport, FastReport 4 export->frxPDFExport, FastReport 4 export->frxRTFExport.

frxReport tarkibidan **Name** xossasiga **frxReport1** o'rnatiladi;

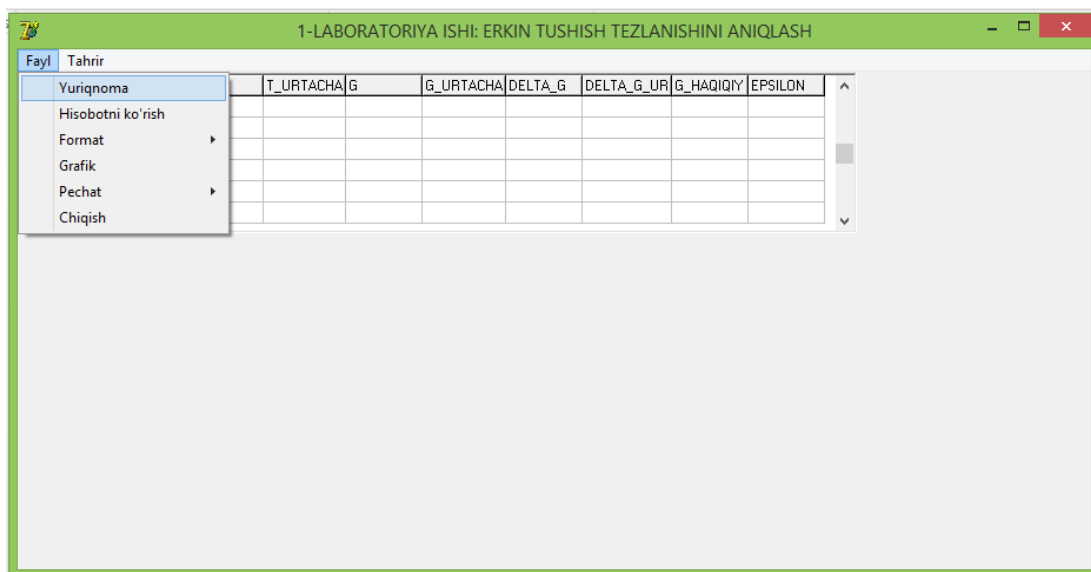
frxDBDataset tarkibidan **DataSource** xossasiga **Form1.DataSource1** o'rnatiladi; **frxPreview** komponentaga sichqoncha chap tugmasi ikki marta bosilib **Fayl->New Report, Report->Data...** o'rnatiladi;

3-formaga **DataControls** tarkibidan **DBEdit** komponentasini formaga joylashtiriladi va **DataSource** xossasini **Form1.DataSource1** nom bilan, **Data Field** xossasini jadvaldagi tegishli nom bilan belgilanadi.

4-formaga **DataControls** tarkibidan **TDBChart** komponentasi joylashtiriladi va **Chart->Add->Fast Line, Series->DataSource->DataSet->Form1.Table1** kabi belgilaymiz.

5-formaga **Fast Report 4.0->frxReport, Fast Report 4.0->frxPreview** joylashtirib **frxReport->Fayl->NewPage** yangi oynasiga yuriqnoma joylashtiriladi.

Kompilyatsiya jarayoni ishga tushiriladi:



Dasturning afzalliklari:

- ✓ *Jadval ma'lumotlar kiritishni osonligi va qulayligi;*
- ✓ *Avtomatik ravishda grafik tasvirni hosil qilish imkoniyati mavjudligi;*
- ✓ *Boshqa formatga o'tkazish imkoniyati mavjudligi;*
- ✓ *Jadval yoki yuriqnomani pechat qilish imkoniyati mavjudligi;*
- ✓ *Laboratoriya ishida olingan natijalarni tahrir qilish imkoniyati mavjudligi;*
- ✓ *Laboratoriya ishini topshirish va qabul qilishni tezkorligi;*
- ✓ *Laboratoriya ishida ortiqcha qog'ozbozlikka yo'l qo'yilmasligi;*
- ✓ *Hisobotlarni uzoq muddat va ishonchli saqlanish imkoniyati mavjudligi;*

Fizikadan laboratoriya mashg'ulotlari jarayonida o'qituvchining talabalardan hisobot qabul qilishida aniqlik va tezkorlik muhim ahamiyatga ega bo'lib ushbu dastur hisobotlarni qabul qilish va baholash jarayonini bir necha marta tezlashtiradi.

Tahlil qilish maqsadida aniq integralni taqribiy hisoblashda Borland Delphi7 dasturlash tilidan foydalanishda uchta usul-**to'g'ri to'rtburchaklar, trapetsiya** va **Simpson usullaridan foydalaniladi:**

1. To'g'ri to'rtburchaklar usulida aniq integralni taqribiy hisoblash formulasi:

$$S = \int_a^b f(x)dx = h \sum_{k=0}^{n-1} f(a + kh), \quad h = \frac{b-a}{n}, \quad n = 100$$

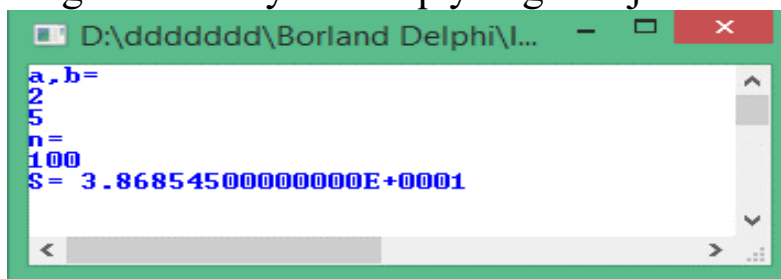
2. Trapetsiya usuli yordamida aniq integralni taqribiy hisoblash formulasi:

$$S = \int_a^b f(x)dx = h \left[\frac{f(a)+f(b)}{2} + \sum_{k=1}^{n-1} f(a+kh) \right], \quad h = \frac{b-a}{n}, n=100$$

3. Simpson usuli yordamida aniq integralni taqribiy hisoblash formulasi:

$$S = \int_a^b f(x)dx = \frac{h}{3} \left[f(a) + f(b) + 2 \cdot \sum_{k=1}^n f(a+(2k-1)h) + 4 \cdot \sum_{k=1}^n f(a+2kh) \right], \quad h = \frac{b-a}{n}, n=100$$

Borland Delphi7 dasturlash tilini ishga tushirib **File-New-Console Application** tanlaymiz va $S = \int_a^b f(x)dx$ aniq integralni taqribiy hisoblashda to'g'ri to'rtburchaklar usuli ishchi formulasidan foydalangan holda dastur kodini kiritamiz. Berilgan [2,5] oraliqda uzluksiz bo'lgan $f(x) = x^2$ funksiyani 100 ta to'g'ri to'rtburchakka bo'lamiz, kompilyatsiya jarayonidan so'ng Console oynasida quyidagi natija kelib chiqadi:



Haqiqiy qiymatini hisoblasak: $S = \int_2^5 x^2 dx = \frac{5^3}{3} - \frac{2^3}{3} = \frac{117}{3} = 39.$

Absolyut xatolik: $\Delta S = |S_0 - S| = 0.31455,$ nisbiy xatolik:

$$\varepsilon = \frac{\Delta S}{S_0} 100\% = 0.81\% .$$

Borland Delphi7 dasturlash tili Console Application da tuzilgan dastur kodlari:

To'g'ri to'rtburchaklar usuli dastur kodi	Trapetsiya usuli dastur kodi	Simpson usulidastur kodi
<pre>program Integral1; {\$APPTYPE CONSOLE} var a,b,s, h:real; n,k:integer; function</pre>	<pre>program Integral2; {\$APPTYPE CONSOLE} var a,b,h,S:Single; n,k:byte; function f(x:Real):Real;</pre>	<pre>program Integral3; {\$APPTYPE CONSOLE} var a,b,h,S,S0,S1,S2:Real; n,k,m:Integer; function f(x:Real):Real; begin</pre>

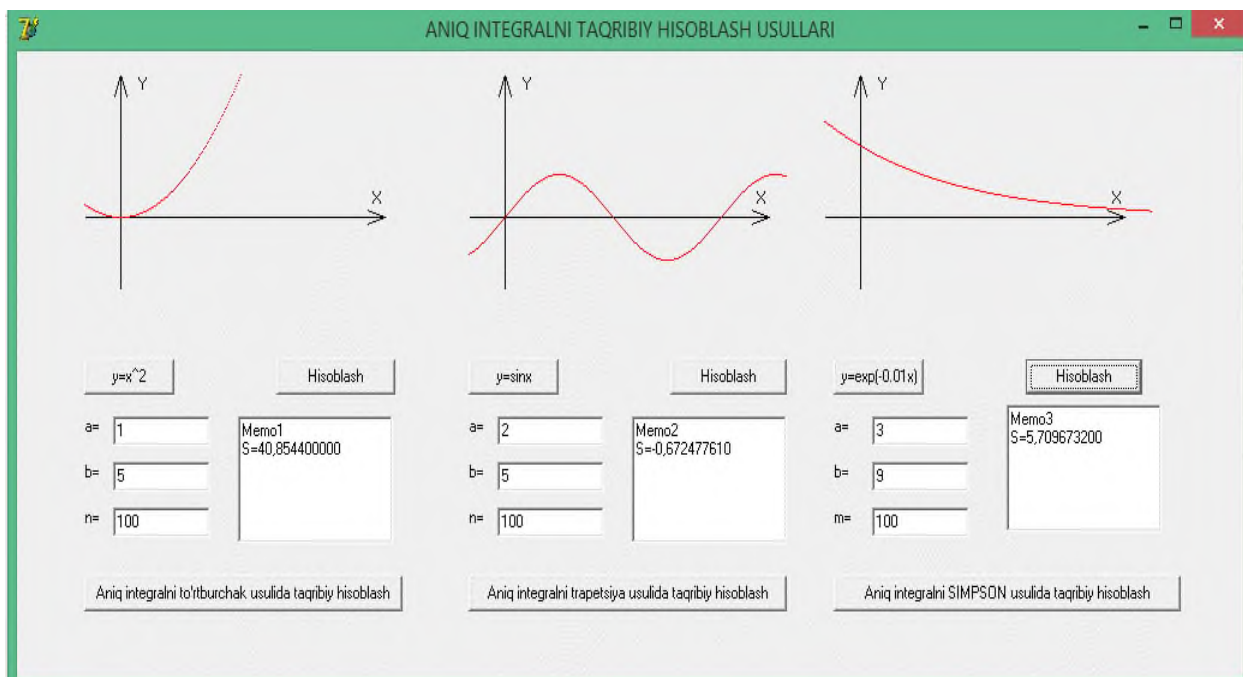
<pre> F(x:real):real; begin F:=x*x; end; begin writeln ('a,b='); readln (a,b); writeln('n='); readln (n); h:=(b-a)/n; s:=0; for k:=0 to n-1 do s:=s+f(a+k*h); s:=s*h; writeln('S=',s); readln(S); end. </pre>	<pre> begin f:=x*x; end; begin write('a,b= '); readln(a,b); write('n= '); readln(n); h:=(b-a)/n; S:=0; for k:=1 to n-1 do S:=S+f(a+k*h); S:=S+(f(a)+f(b))/2; S:=S*h; Writeln('Natija S= ',S); readln(S); end. </pre>	<pre> f:=x*x; end; begin writeln('a,b= '); readln(a,b); write('m= '); readln(m); n:=2*m; h:=(b-a)/n; S:=f(a)+f(b); S1:=0;S2:=0; for k:=1 to m do S2:=S2+f(a+(2*k-1)*h); for k:=1 to m-1 do S1:=S1+f(a+2*k*h); S:=(h/3)*(S+4*S2+2*S1); Writeln('Natija S= ',S); readln(S); end. </pre>
---	--	---

To'g'ri to'rtburchaklar, trapetsiya va Simpson usullarida aniq integralni taqribiy hisoblash uchun Delphi7 muhitidan foydalanamiz. Har uchala usullardagi funksiyalar grafigiklari va natijasini bitta formada hosil qilamiz. Buning uchun Borland Delphi7 dasturlah tilini ishga tushirib yangi forma hosil qilinadi, ***Pusk-Delphi7-File-New-Application***. Formaga komponentalar palitrasidagi System tarkibidan uchta TPaintBox, Standart tarkibidan uchta TMemoda, oltita TButton, to'qqizta TEdit komponentalari joylashtiriladi. Xossasidan nomlarini o'zgartirib dastur kodlarini yozganimizdan so'ng kompilyatsiya jarayonini amalga oshirishimiz mumkin.

To'g'ri to'rtburchaklar usuli uchun $f(x) = x^2$, trapetsiya usuli uchun $f(x) = \sin(x)$, Simpson usuli uchun esa $f(x) = e^{-0.01x}$ kabi funksiyalarni tanlaymiz. Kompilyatsiya jarayonidan so'ng har bir Button tugmachasi ketma-ket bosilganda grafigiklari hosil bo'ladi, tegishli katakchalar (TEdit)ga qiymatlar kiritilsa TMemoda natija ko'rinadi. Bo'laklar sonini, chegaraviy qiymatlarni hohlagancha o'zgartirib natijalar olishimiz mumkin. Quyida Delphi7 muhitida yozilgan dastur kodlari va kompilyatsiya jarayonidan so'ng formada olingan natijalar keltiriladi.

To'g'ri to'rtburchaklar usuli uchun Delphi7 muhitida yozilgan dastur kodlari:

<pre> procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject); var i:integer; k:real; x0,y0,x,x1,x2,fx,fy:Integer; begin Canvas.Pen.Color:=clBlack; PaintBox1.Canvas.MoveTo(30,150); PaintBox1.Canvas.LineTo(30,0); PaintBox1.Canvas.MoveTo(250,100); PaintBox1.Canvas.LineTo(0,100); PaintBox1.Canvas.MoveTo(250,100); PaintBox1.Canvas.LineTo(235,100); PaintBox1.Canvas.MoveTo(250,100); PaintBox1.Canvas.LineTo(235,95); PaintBox1.Canvas.MoveTo(35,150); PaintBox1.Canvas.LineTo(30,0); PaintBox1.Canvas.MoveTo(25,150); PaintBox1.Canvas.LineTo(30,0); Canvas.Pen.Color:=clBlack; PaintBox1.Canvas.TextOut(240,80,'X'); Canvas.Pen.Color:=clBlack; PaintBox1.Canvas.TextOut(45,0,'Y'); x0:=30;y0:=100; begin x1:=-50;x2:=500; x:=x1; k:=0.01; while x<x2 do </pre>	<pre> begin fx:=x0+round(x); fy:=y0-round(k*x*x); for i:=0 to 500 do PaintBox1.Canvas.Pixels[fx,fy]:=clBlack; x:=x+1; end; end; end; procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject); var a,b,s,m,h,x:real; n,k:integer; function f(x:real):real; begin f:=x*x; end; begin a:=StrToFloat(Edit1.Text); b:=StrToFloat(Edit2.Text); n:=StrToInt(Edit3.Text); h:=(b-a)/n; s:=0; for k:=0 to n-1 do s:=s+f(a+k*h); s:=s*h; Memo1.Lines.Add('S='+FloatToStrF(s,ffixed,8,9)); end; end. </pre>
--	--



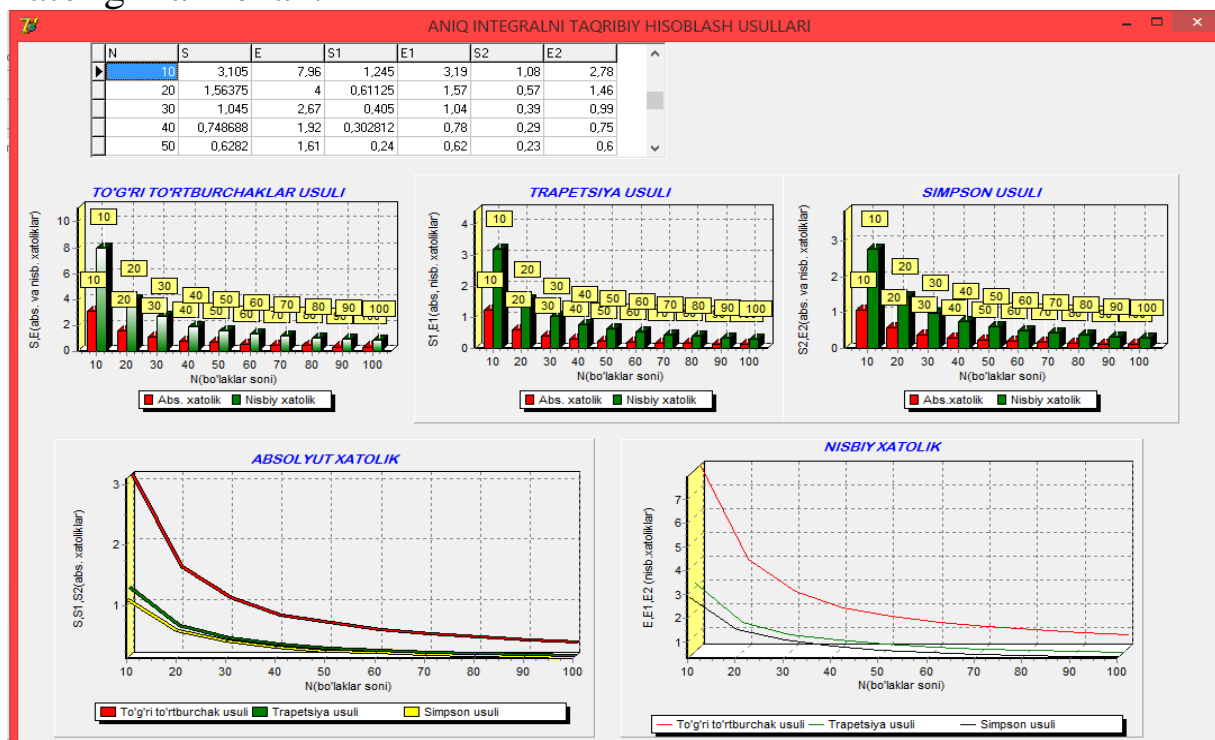
Ma'lum oraliqda bo'laklar sonini oshira borilgan sari qiymat haqiqiy qiymatiga yaqinlashishini ko'rish mumkin. Yozilgan dasturdan foydalangan holda har bir usul uchun alohida absolyut va nisbiy xatoliklarni hisoblash imkoniyati mavjud. Simpson usulining trapetsiya usulidan, trapetsiya usulini esa to'g'ri to'rtburchaklar usulidan xatoligi kam ekan.

Quyidagi jadvalda berilgan [2,5] intervalda uzluksiz bo'lgan $y = x^2$ funksiya uchun aniq integralni taqribiy hisoblashning to'g'ri to'rtburchaklar, trapetsiya, Simpson usullaridan foydalanib aniqlangan absolyut va nisbiy xatoliklari keltirilgan. Ushbu jadvaldan foydalanib Delphi7 muhitida ma'lumotlar bazasini shakllantiramiz va grafik ko'rinishi tasvirlaymiz.

To'g'ri to'rtburchak usuli	S (absolyut xatolik)	E (nisbiy xatolik)
S=35,895000000	3.105	7.96%
S=37,436250000	1.56375	4%
S=37,955000000	1.045	2.67%
S=38,215312000	0.748688	1.92%
S=38,371800000	0.6282	1.61%
S=38,476250000	0.52375	1.34%
S=38,550918000	0.449082	1.15%
S=38,606953000	0.393047	1.02%
S=38,650556000	0.349444	0.90%
S=38,685450000	0.31455	0.81%
Trapetsiya usuli		
S=40,245000000	1.245	3.19%
S=39,611250000	0.61125	1.57%
S=39,405000000	0.405	1.04%

S=39,302812000	0.302812	0.78%
S=39,241800000	0.2418	0.62%
S=39,201250000	0.20125	0.52%
S=39,172347000	0.172347	0.44%
S=39,150703000	0.150703	0.40%
S=39,133889000	0.133889	0.34%
S=39,120450000	0.12045	0.31%
Simpson usuli		
S=40,084500000	1.0845	2.78%
S=39,570562000	0.570562	1.46%
S=39,386833000	0.386833	0.99%
S=39,292570000	0.29257	0.75%
S=39,235236000	0.235236	0.60%
S=39,196688000	0.196688	0.50%
S=39,168993000	0.168993	0.43%
S=39,148134000	0.148134	0.38%
S=39,131858000	0.131858	0.33%
S=39,118805000	0.118805	0.30%

Bu oynada berilgan funksiyalarning jadval qiymatlarini o'zgartirsak grafik ham mos ravishda o'zgaradi, dastur kodi o'zgartirilmaydi. Shuni ta'kidlash joizki, kompyuter quyidagi dastur kodlarini avtomatik ravishda tuzadi va o'quvchining kod yozishiga hojat qolmaydi. Xulosa qilib shuni ta'kidlash mumkinki, Simpson usulining trapetsiya usulidan, trapetsiya usulini esa to'g'ri to'rtburchaklar usulidan xatoligi kam ekan.



Quyida gorizontga burchak ostida otilgan jism harakatini o'rganishda Borland C++ dasturlash tilidan foydalangan holda uchish

uzoqligi, ko'tarilish balandligi, uchish vaqtini aniqlaymiz hamda harakatni vizuallashtiramiz. Gorizontga α burchak ostida g_0 boshlang'ich tezlik bilan otilgan jism trayektoriyasi paraboladan iborat. Harakatlanish tenglamasini vertikal y o'qi bo'yicha:

$$y = g_y t - g t^2 / 2 \quad (1)$$

x o'qi bo'yicha esa,

$$x = g_x t \quad (2)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Boshlang'ich tezlikning vertikal va gorizont o'qlardagi proyeksiyalari mos ravishda $g_y = g_0 \sin \alpha$, $g_x = g_0 \cos \alpha$.

Harakatlanish vaqtining $t = \frac{x}{g_x} = \frac{x}{g_0 \cos \alpha}$ ga teng qiymatini (2) tenglamaga qo'yadigan bo'lsak,

$$y = \operatorname{tg} \alpha \cdot x - \frac{g}{2g_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2 \quad (3)$$

tenglikka ega bo'lamiz. (3) tenglamadan x - argument, y - funksiya deb qarash uning grafigi paraboladan iborat bo'ladi.

Borland C++ dasturlash tilini ishga tushiramiz:

Borland C++->File->New->Application.

Yangi formaga komponentalar palitrasidan kerakli komponentalarni formaga joylashtiramiz. **Standart** tarkibidan **label** va **button** tugmachalarni formaga ketma-ket joylashtiriladi. So'ngra **System** tarkibidan **TPaintBox** formaga joylashtiriladi. Funksiyaga doir argumentlarni kiritishda qadam berish va otilish burchak kattaliklariga e'tibor berish kerak. Quydagi dastur kodlarini kiritganimizdan so'ng kompilyatsiya jarayonini amalga oshirishimiz mumkin.

```
#include <vcl.h>
#include <math.h>
#pragma hdrstop
#include "Unit4.h"
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm1 *Form1;
__fastcall
TForm1::TForm1(TComponent*
Owner)
: TForm(Owner)
{
}
```

```
void
__fastcall
TForm1::Button1Click(TObject
*Sender)
{
double g=10,t,v0,pi=3.1415926;
double x,x1,f,h,x2,x0,y0,fx,fy;
Canvas->MoveTo(450,200);
Canvas->LineTo(440,205);
Canvas->MoveTo(450,200);
Canvas->LineTo(440,195);
Canvas->MoveTo(10,0);
Canvas->LineTo(5,15);
Canvas->MoveTo(10,0);
Canvas->LineTo(15,15);
}
```

```

Canvas->MoveTo(10,200);
Canvas->LineTo(10,0);
Canvas->MoveTo(450,200);
Canvas->LineTo(10,200);
Canvas->TextOutA(20,5,"Y");
Canvas->TextOutA(450,210,"X");
f=StrToInt(Edit1->Text);
v0=StrToInt(Edit2->Text);
x=v0*v0*sin(2*pi*f/180)/(2*g);
t=2*v0*sin(pi*f/180);
h=v0*v0*sin((pi*f/180)*sin(pi*f/180))/
(2*g);
Label1->Caption="H=
"+FloatToStr(h)+"m";
t="+FloatToStr(t)+"s;
"+FloatToStr(x)+"m";
x0=10;y0=200;
x1=0;x2=400;
x=x1;
while (x<x2)
{
t=x/(v0*cos(pi*f/180));
fx=x0+5*x;
fy=y0-5*(v0*sin(pi*f/180)*t-g*t*t/2);
PaintBox1->Canvas-
>Pixels[fx][fy]=clBlue;
x=x+0.0004;
}
}
void __fastcall
TForm1::Button2Click(TObject
*Sender)
{
double g=10,t,v0,pi=3.1415926;
double x,x1,f,h,x2,x0,y0,fx,fy;
f=StrToInt(Edit3->Text);
v0=StrToInt(Edit4->Text);
x=v0*v0*sin(2*pi*f/180)/(2*g);
t=2*v0*sin(pi*f/180);
h=v0*v0*sin((pi*f/180)*sin(pi*f/180))/
(2*g);
Label2->Caption="H=
"+FloatToStr(h)+"m;

```

L=

__fastcall

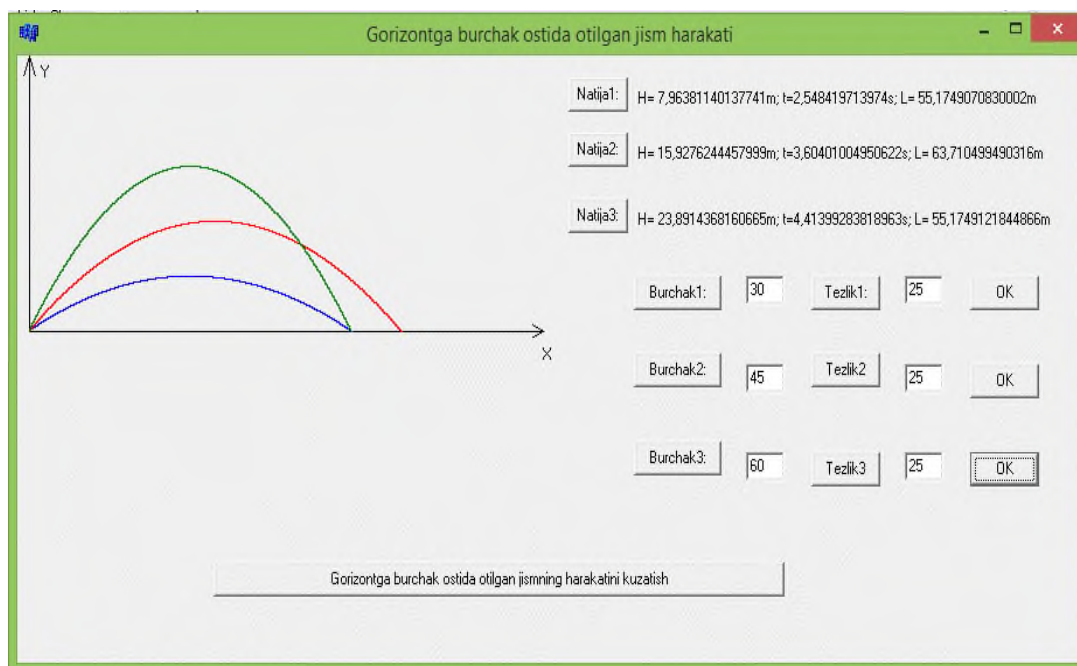
```

t="+FloatToStr(t)+"s;
"+FloatToStr(x)+"m";
x0=10;y0=200;
x1=0;x2=400;
x=x1;
while (x<x2)
{
t=x/(v0*cos(pi*f/180));
fx=x0+5*x;
fy=y0-5*(v0*sin(pi*f/180)*t-g*t*t/2);
PaintBox1->Canvas-
>Pixels[fx][fy]=clRed;
x=x+0.0004;
}
}
void __fastcall
TForm1::Button3Click(TObject
*Sender)
{
double g=10,t,v0,pi=3.1415926;
double x,x1,f,h,x2,x0,y0,fx,fy;
f=StrToInt(Edit5->Text);
v0=StrToInt(Edit6->Text);
x=v0*v0*sin(2*pi*f/180)/(2*g);
t=2*v0*sin(pi*f/180);
h=v0*v0*sin((pi*f/180)*sin(pi*f/180))/
(2*g);
Label3->Caption="H=
"+FloatToStr(h)+"m;
t="+FloatToStr(t)+"s;
"+FloatToStr(x)+"m";
x0=10;y0=200;
x1=0;x2=400;
x=x1;
while (x<x2)
{
t=x/(v0*cos(pi*f/180));
fx=x0+5*x;
fy=y0-5*(v0*sin(pi*f/180)*t-g*t*t/2);
PaintBox1->Canvas-
>Pixels[fx][fy]=clGreen;
x=x+0.0004;
}
}

```

L=

L=



Formaga otilish burchagi va boshlang'ich tezlikning istalgan qiymatini kiritsak aniq natija kelib chiqishi bilan birgalikda grafik tasvirlari ham namoyon bo'ladi. Borland C++ dasturlash tilida gorizontga burchak ostida otilgan jism harakatida uchish uzoqligi, uchish vaqti, maksimal ko'tarilish balandligini hisoblash, harakat trayektoriyasini vizuallashtirish dasturini tuzishni amalga oshirdik. Bunday dasturlardan ta'lim sohasida fizika fanidan amaliy mashg'ulotlar jarayonida foydalanish mumkin. Borland C++ dasturlash tilida bu kabi dasturlar tuzish fizik jarayonlarni modellashtirish, laboratoriya ishlarini bajarishda ma'lumotlar tuzilmasini yaratish, multimediyali ishlanmalar tayyorlash kabi katta imkoniyatlar yaratadi.

ILOVALAR

I jadval

Asosiy fizik kattaliklar

Fizik kattaliklar	Son qiymati
Tortishish kuchi doimiysi γ	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{sek}^2$
1kmol dagi molekularsr soni (Avogadro soni) N_0	$6,025 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$
Normal sharoitlarda 1 kmol' ideal gazning hajmi V_0	$22,4 \text{ m}^3$
Universal gaz doimiysi R	$8,31 \cdot 10^3 \text{ j/kmol} \cdot \text{grad}$
Bol'sman doimiysi k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ j/grad}$
Faradey soni F	$9,65 \cdot 10^7 \text{ k/kg} \cdot \text{ekv}$
Stefan –bolsman doimiysi σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ bt/m}^2 \cdot \text{grad}^4$
Plank doimiysi h	$6,625 \cdot 10^{-19} \text{ k}$
Elektron zaryad e	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ k}$
Elektronning tich holatidagi massasi m_e	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,49 \cdot 10^{-4} \text{ m.a.b.}$ (massa atom birligi)
Protonning tinch holatdagi massasi m_n	$1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,00759 \text{ m.a.b}$
Neytronning tinch holatdagi massasi m_n	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,00899 \text{ m.a.b}$
Yorug'likning vakuumda tarqalish tezligi	$3,00 \cdot 10^8 \text{ m/sek}$

II jadval

Ba'zi astronomik kattaliklar

Yerning o'rtacha radiusi	$6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$
Yerning o'rtacha tezligi	5500 kg/m^3
Yerning massasi	$5,96 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Quyoshning radiusi	$6,95 \cdot 10^8 \text{ m}$
Quyoshning massasi	$1,97 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Oyning radiusi	$1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$
Oyning massasi	$7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Oy va yerning markazlari orasidagi o'rtacha masofa	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$
Yer va quyoshning markazlari orasidagi o'rtacha masofa	$1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$
Oyning yer atrofidan aylanish davri quyoshning o'rtacha zichligi	27 sutka 7 soat 43 min 1400 kg/m^3

Quyosh sistemasining planetalari to'g'risidagi ba'zi ma'lumotlar

	Merkuriy	Venera	Yer	Mars	Yupiter	Saturn	Uran	Neptun
Quyoshdan o'rtacha masofa mln.km	57,9	108,0	149,5	227,8	777,8	1426,1	2869,1	4495,6
Quyosh tevaragida aylanish davri, yer yili	0,24	0,62	1,0	1,88	11,86	29,46	84,02	164,8
Ekvatorial diametr, km	4840	12400	12742	6780	139760	115100	51000	50000
Yer hajmiga nisbatan hajmi	0,055	0,92	1,0	0,150	1345	767	73,5	59,5
Yer massasiga nisbatan massasi	0,054	0,81	1,0	0,107	318,4	95,2	14,58	17,26
Yer yuzidagi totish kuchi tezlanishiga nisbatan og'irlik kuchi tezlanishi ($g=980,7$ sm/sek ²)	0,38	0,85	1,0	0,38	2,64	1,17	0,92	1,14

Atomlar va molekullarning diametrlari

Geliy (He)	$2 \cdot 10^{-10}$ m
Vodorod (H ₂)	$2,3 \cdot 10^{-10}$ m
Kislorod (O ₂)	$3 \cdot 10^{-10}$ m
Azot (N ₂)	$3 \cdot 10^{-10}$ m

T_k va P_k kritik qiymatlari

Modda	T _k , °K	P _k , atm	p _k · 10 ⁻⁶ , N/m ²
Suv bug'i	647	217	22,0
Karbonat angidrid	304	73	7,4
Kislorod	154	50	5,07
Argon	151	48	4,87
Azot	126	33,6	3,4
Vodorot	33	12,8	1,3
Geliy	5,2	2,25	0,23

**Turli temperaturalarda fazoni to'yintiruvchi suv
bug'larining elastikligi**

$t, ^\circ\text{C}$	$P_b, \text{mm simob ustini}$	$t, ^\circ\text{C}$	$P_b, \text{mm simob ustini}$
-5	3,01	16	13,6
0	4,58	18	15,5
1	4,93	20	17,5
2	5,29	25	23,8
3	5,69	30	31,8
4	6,10	40	55,3
5	6,54	50	92,5
6	7,01	60	149
7	7,71	70	234
8	8,05	80	355
9	8,61	90	526
10	9,21	100	760
12	10,5	150	4,8 atm
14	12,0	200	15,3 atm

Turli temperaturalarda suvning bug'lanish solishtirma issiqligi

$t, ^\circ\text{C}$	0	50	100	200
$r, \text{kal/g}$	595	568	539	464
$r \cdot 10^{-5}, \text{J/kg}$	24,9	23,8	22,6	19,4

Ba'zi bir suyuqliklarning xossalari

Suyuqlik	Zichlik, kg/m^3	20 $^\circ\text{C}$ lagi solishtirma issiqlik sig'imi		20 $^\circ\text{C}$ dagi sirt taranglik koeffisienti, N/m
		J/kg · grad	kal/g · grad	
Benzol	880	1720	0,41	0,03
Suv	1000	4190	1,0	0,073
Gliserin	1200	2430	0,58	0,064
Kanakunjit moyi	900	1800	0,43	0,035
Kerosin	800	2140	0,051	0,03
Simob	13600	138	0,033	0,5
Spirt	790	2510	0,6	0,02

Ba'zi bir qattiq jismlarning xossalari

Modda	Zichlik kg/m ³	Erish tempe- raturasi °C	Solishtirma issiqlik sig'imi		Erish solishtirma issiqligi, J/kg	Chiziqli issiqlik kengayish koeffisienti, grad ⁻¹
			J/kg · grad	kkal/kg · rad		
Alyuminiy	2600	659	896	0,214	3,22·10 ⁵	2,3·10 ⁻⁵
Temir	7900	1530	500	0,119	2,72·10 ⁵	1,2·10 ⁻⁵
Jez	8400	900	386	0,092	-	1,9·10 ⁻⁵
Muz	900	0	2100	0,5	3,35·10 ⁵	-
Mis	8600	1100	395	0,094	1,76·10 ⁵	1,6·10 ⁻⁵
Qalayi	7200	232	230	0,055	5,86·10 ⁴	2,7·10 ⁻⁵
Platina	21400	1770	117	0,028	1,13·10 ⁵	0,89·10 ⁻⁵
Po'kak	200	-	2050	0,49	-	-
Qo'rg'oshin	11300	327	126	0,030	2,26·10 ⁴	2,9·10 ⁻⁵
Kumush	10500	960	234	0,056	8,8·10 ⁴	1,9·10 ⁻⁵
Po'lat	7700	1300	460	0,11	-	1,06·10 ⁻⁵
Rux	7000	420	391	0,093	1,17·10 ⁵	2,9·10 ⁻⁵

Ba'zi bir qattiq jismlarning elastilik xossalari

Modda	Mustahkamlik chegarasi	Yung moduli
	N/m ²	N/m ²
Alyuminiy	1,1·10 ⁸	6,9·10 ¹⁰
Temir	2,94·10 ⁸	19,6·10 ¹⁰
Mis	2,45·10 ⁸	11,8·10 ¹⁰
Qo'rg'oshin	0,2·10 ⁸	1,57·10 ¹⁰
Kumush	2,9·10 ⁸	7,4·10 ¹⁰
Po'lat	7,85·10 ⁸	21,6·10 ¹⁰

Ba'zi bir qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanligi
(λ W/m · grad)

Alyuminiy	210
Namat	0,046
Temir	58,7
Eritilgan kvars	1,37
Mis	390
Quruq qum	0,325
Po'kak	0,050
Kumush	460
Ebonit	0,174

XII jadval

Dielektriklarning dielektrik kirituvchanligi

Mum	7,8
Suv	81
Kerosin	2
Moy	5
Parafin	6
Slyuda	6
Shisha	6
Chinni	6
Ebonit	2,6
Parafinlangan qog'oz	2

XIII jadval

O'tkazgichlarning solishtirma qarshiligi (0^0 C da $\Omega \cdot m$)

Alyuminiy	$2,53 \cdot 10^{-8}$
Grafit	$3,9 \cdot 10^{-7}$
Temir	$8,7 \cdot 10^{-8}$
Mis	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Nixrom	$1 \cdot 10^{-6}$
Simob	$9,4 \cdot 10^{-7}$
Qo'rg'oshin	$2,2 \cdot 10^{-7}$
Po'lat	$1,0 \cdot 10^{-7}$

XIV jadval

Ionlarning elektrolitlardagi harakatachanligi ($m^2/V \cdot s$)

NO_3^-	$6,4 \cdot 10^{-8}$
NO^+	$3,26 \cdot 10^{-7}$
K^+	$6,7 \cdot 10^{-8}$
Cl^-	$6,8 \cdot 10^{-8}$
Ag^+	$5,6 \cdot 10^{-8}$

XV jadval

Elektronlarning metallardan chiqishdagi ishi (MeV da)

W	4,5
W + Cs	1,6
W + Th	2,63
Pt + Cs	1,40
Pt	5,3
Ag	4,74
Li	2,4
Na	2,3
K	2,0
Cs	1,9

XVI jadval

Sindirish ko'rsatkichlari

Olmos	2,42	Uglerod sulfid	1,63
Suv	1,33	Skipidar	1,48
Muz	1,31	Shisha	1,5-1,9

XVII jadval

Volfram	0,178	Platina	0,158
Oltin	0,153	Kumush	0,484
Mis	0,38		

XVIII jadval

Simob yoyining spektral chiziqlari (\AA da)

2537	4047	5461	6128
3650	4358	5770	6908
3655	5235	5791	7082

XIX jadval

Ba'zi izotoplarning massalari (*m. a. b*)

Izotop	Massa	Izotop	Massa	Izotop	Massa
${}^1_1\text{H}^1$	1,00814	${}^9_4\text{Be}^9$	9,01505	${}^{30}_{14}\text{Si}^{30}$	29,98325
${}^2_1\text{H}^2$	2,01474	${}^{10}_5\text{Be}^{10}$	10,01612	${}^{40}_{20}\text{Ca}^{40}$	39,97542
${}^3_1\text{H}^3$	3,01700	${}^{12}_2\text{C}^{12}$	12,00380	${}^{56}_{27}\text{Co}^{56}$	55,95769
${}^3_2\text{He}^3$	3,01699	${}^{13}_7\text{N}^{13}$	13,00987	${}^{63}_{29}\text{Cu}^{63}$	62,94962
${}^4_2\text{He}^4$	4,00388	${}^{14}_7\text{N}^{14}$	14,00752	${}^{113}_{48}\text{Cd}^{113}$	112,94206
${}^6_3\text{Li}^6$	6,01703	${}^{17}_8\text{O}^{17}$	17,00453	${}^{200}_{80}\text{Hg}^{200}$	200,02800
${}^7_3\text{Li}^7$	7,01823	${}^{23}_{12}\text{Mg}^{23}$	23,00145	${}^{235}_{92}\text{U}^{235}$	235,11750
${}^7_4\text{Be}^7$	7,01916	${}^{24}_{12}\text{Mg}^{24}$	23,99267	${}^{238}_{92}\text{U}^{238}$	238,12376
${}^8_4\text{Be}^8$	8,00785	${}^{27}_{13}\text{Al}^{27}$	26,99010	-	-

XX jadval

Ba'zi izotoplarning massalari (*m. a. b*)

${}^{45}_{20}\text{Ca}^{45}$	164 sutka
${}^{90}_{38}\text{Sr}^{90}$	28 yil
${}^{210}_{84}\text{Po}^{210}$	138 sutka
${}^{222}_{86}\text{Rn}^{222}$	3,82 sutka
${}^{226}_{88}\text{Ra}^{226}$	1590 yil
${}^{235}_{92}\text{U}^{235}$	$7,1 \cdot 10^8$ yil
${}^{238}_{92}\text{U}^{238}$	$4,5 \cdot 10^9$ yil

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Таълим тўғрисида Ўзбекистон Республикасининг қонуни. //Баркамол авлод - Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. - Тошкент: Шарқ, 1997. - 20-29 - б.
2. Кадрлар тайёрлаш миллий дастури. Ўзбекистон Республикасининг қонуни. //Баркамол авлод - Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. - Тошкент: Шарқ, 1997. - 31-61 - б.
3. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1999 йил 16 августдаги «Умумий ўрта таълимнинг Давлат таълим стандартларини тасдиқлаш тўғрисида»ги қонуни / Халқ таълими. -1999. -№5. -4-36- б.
4. К.Р.Абдурахманов, О‘.Егамов “Fizika kursi” darslik, Toshkent, “O’quv ta’lim metodikasi” 2015 y.
5. Douglas C. Giancoli., Physics principles with applications. USA-2014. V.1, p-978.
6. Jasprit Singh. Modern Physics for Engineers.
7. David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker. Fundamentals of Physics Extended, 10th Edition
8. P. Tipler. Physics for Scientists and Engineers. 6th Ed.
9. Martin Zinke-Allmang, Ken Sills, Reza Nejat, and Eduardo Galiano-Riveros. Physics for the Life Sciences
10. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике. М.: АСТ. Астрель. 2005г.
11. П.А.Типлер, Р.А.Ллуэллин Современная физика (Лучший зарубежный учебник в двух томах) (1том). М. Мир. 2007. 496 с.
12. П.А.Типлер, Р.А. Ллуэллин Современная физика (Лучший зарубежный учебник в двух томах) (2том). М. Мир. 2007. 416 с.
13. Трофимова Т.И. Курс физики.М.Высшая школа 1999.С.543
14. Abduraxmanov K.P., Tigay O.E., Xamidov V.S. Fizika fanidan mashq uchun savol va masalalar majmuasi.
15. Б.С.Болкенштейн. Умумий физика курсидан масалалар тўплами. Т. Ўқитувчи 1969й.
16. Верлань А.Ф., Лукьяненко С.А., Эшматов Х. Численные методы в моделировании, Т. 2010. С. 280.

17. Колдаев В.Д., Численные методы и программирование: учебное пособие ИД «Форум»: ИНФРА-М, Москва, 2009. С. 80-130.
18. MathCAD. MathSoft, Inc. 2000 year, November. USA.
19. Hally More. MATLAB for engineers. Prentice Hall 2012 year-USA.
20. И. Ю. Бежанова - Delphi7 самоучитель программиста. Москва-2003г
21. С.В. Глушаков и др. Язык программирования C++. Харьков «Фолио» 2001г.
22. В.М. Пестиков и др. Программирование в системе TurboPascal7.0. Санкт-Петербург-2002г.
23. <http://www.thedelphi.ru/>
24. <http://www.mathsoft.com/>

MUNDARIJA

KIRISH	3
1-BOB. MEXANIKA. MAXSUS NISBIYLIK NAZARIYASI. ELEKTROMAGNETIZM	5
§1. Ilgarilanma harakat kinematikasi.....	5
§2. Aylanma harakat kinematikasi	12
§3. Moddiy nuqta dinamikasi	19
§4. Maxsus nisbiylik nazariyasi.....	26
§5. Qattiq jismlarning aylanma harakat dinamikasi	32
§6. Elektr o'zaro ta'sir	39
§7. Elektr maydon kuchlanganligi.....	45
§8. Elektr maydon potentsiali. Elektr sig'imi.....	52
§9. Elektr toki	60
§10. Turli muhitlarda elektr toki.....	67
§11. Magnit maydon.....	72
§12. Elektromagnit induksiya hodisasi.....	84
§13. O'zgaruvchan tok.....	90
2-BOB. TEBRANISH VA TO'LQINLAR. OPTIKA. ATOM VA YADRO FIZIKASI. MOLEKULAR FIZIKA	95
§14. Mexanik tebranishlar va to'lqinlar	95
§15. Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar.....	105
§16. Geometrik optika	113
§17. To'lqin optikasi.....	120
§18. Fotoeffekt.....	128
§19. Atom fizikasi.....	133
§20. Molekulyar fizika.....	139
§21. Termodinamika.....	146
§22. Yadro fizikasi.....	153
3-BOB. FIZIKADAN MASALALAR YECHISHDA DASTURIY VOSITALARDAN FOYDALANISH USULLARI	158
§23. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida MathCAD dasturiy vositasidan foydalanish.....	158
§24. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida MATLAB dasturiy vositasidan foydalanish.....	164
§25. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida Maple13 dasturiy vositasidan foydalanish.....	175

§26. Fizikadan amaliy mashg'ulotlar jarayonida Dev C++ va Java(eclipse) dasturlash tillaridan foydalanish	183
§27. Fizik jarayonlarni o'qitishda Microsoft Excel dasturining jadval va dasturlash imkoniyatlaridan foydalanish metodikasi	191
§28. Fizika fanidan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari jarayonida MATLAB/SIMULINK muhitidan va Borland Delphi7, Borland C++ dasturlash tillaridan foydalanish	202
ILOVALAR	223
Foydalanilgan adabiyotlar:	229

**A.T.Xudoyberdiyev,
N.A.Jumayev, S.J.To'rayev**

**UMUMIY FIZIKADAN MASALALAR
VA ULARNI YECHISHDA DASTURIY
VOSITALARDAN FOYDALANISH
NAMUNALARI**

Toshkent – «NIHOL PRINT» OK – 2021

Muharrir: A.Tog'ayev
Tex. muharrir: F.Tog'ayeva
Musavvir: B.Esanov
Musahhiha: O.Muxammadiyeva
Kompyuterda
sahifalovchi: G.Tog'ayeva

9323



№ 7439-765f-47f1-7ea1-a683-4648-1314.
Bosishga ruxsat etildi: 24.05.2021. Bichimi 60x841 /16.
Shartli bosma tabog'i 14,75. Nashr bosma tabog'i 14,5.
Adadi 100. Buyurtma № 59.

«Nihol print» Ok da chop etildi.
Toshkent sh., M. Ashrafiy ko'chasi, 99/101.