

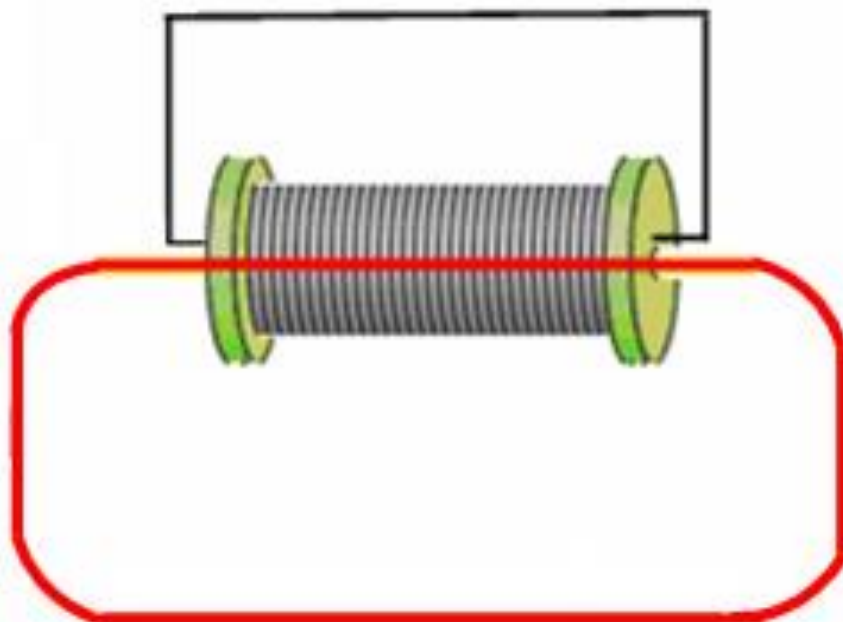
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT TEXNOLOGIYALARI  
VA TELEKOMMUNIKATSIYALARINI  
RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI**

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI  
QARSHI FILIALI**

**“TABIIY VA UMUMKASBIY FANLAR” KAFEDRASI**

**Fizika fanidan amaliy mashg'ulotlar uchun uslubiy qo'llanma**

**1-qism**



**QARSHI-2015**

Ushbu uslubiy qo'llanmada jami 18 ta mavzu bo'lib, bunda kinematika qonunlari, dinamika, elektrodinamika, nisbiylik nazariyasi elementlari, turli muhitlarda elektr toki, magnit maydoni, elektromagnit induksiya, o'zinduksiya va o'zaroinduksiya, o'zgaruvchan tok mavzulariga doir formulalar, masala yechish namunalari va mustaqil yechish uchun masalalar keltirilgan.

Tuzuvchilar: “Tabiiy va umumkasbiy fanlar” kafedrası  
ass. S.J. Turayev  
ass. N. Jumayev

Taqrizchilar: “Telekommunikatsiya injiniringi”  
kafedrası dotsenti f-m.f.n A.K. Muxammadiyev  
QDU “Fizika” kafedrası katta o'qituvchisi  
L. Meyliyev

TATU Qarshi filiali o'quv uslubiy kengashining 20\_\_y \_\_\_\_\_ №\_\_ sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan va barcha ta'lim yo'nalishlari bakalavriat 1-kurs talabalari uchun o'quv jarayoniga foydalanish uchun tavsiya etgan

## **KIRISH**

Fizika qonunlarini bilish deganda, bu ularni ta'riflashni bilish bo'lmay, balki ularni aniq masalalarni yechishda tatbiq qilishni bilishi kerak. Masala yechishni bilish, taladalarni mustaqil ijodiy ishlashga yordam beradi, o'rganilayotgan hodisaning analiz qilishga o'rgatadi, ularni keltirib chiqargan sabablarni ajratib olishga imkon beradi.

Mustaqil ravishda masala yechish jarayoni eng ko'p foyda keltiradigan jarayon bo'lib, quyidagi metodik qo'llanma buni amalga oshirishga qaratilgan. Umumiy fizika kursi asosida tuzilgan bo'lib, birinchi semestrda ajratilgan jami 36 soatlik amaliy mashg'ulot masalalari tematik reja asosida tuzilgan.

Har bir mavzu oldidan masala yechish bo'yicha qisqacha uslubiy ko'rsatmalar va tavsiyalar berilgan, har bir mavzu mustaqil yechish uchun masalalar keltirilgan.

# Mundarija

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1-mavzu:</b> Ilgarilanma harakat kinematikasi.....                                                                | 5         |
| <b>2-mavzu:</b> Aylanma harakat kinematikasi.....                                                                    | 8         |
| <b>3-mavzu:</b> Moddiy no'qta dinamikasi.....                                                                        | 11        |
| <b>4-mavzu:</b> Nisbiylik nazariyasi elementlari.....                                                                | 14        |
| <b>5-mavzu:</b> Qattiq jismlarning aylanma harakat dinamikasi.....                                                   | 17        |
| <b>6-mavzu:</b> Elektr o'zaro ta'sir.....                                                                            | 21        |
| <b>7-mavzu:</b> Elektr maydon kuchlanganligi.....                                                                    | 23        |
| <b>8-mavzu:</b> O'tkazgichlarning elektr sig'imi, har xil geometrik shakldagi kondensatorlarning elektr sig'imi..... | 27        |
| <b>9-mavzu:</b> Elektr maydon energiyasi.....                                                                        | 30        |
| <b>10-mavzu:</b> Elektr toki, tok zichligi.....                                                                      | 32        |
| <b>11-mavzu:</b> Turli muhitlarda elektr toki.....                                                                   | 37        |
| <b>12-mavzu:</b> Magnit maydon kuchlanganligi.....                                                                   | 40        |
| <b>13-mavzu:</b> Magnit maydon energiyasi.....                                                                       | 44        |
| <b>14-mavzu:</b> Elektromagnit induksiya hodisasi.....                                                               | 46        |
| <b>15-mavzu:</b> O'zgaruvchan tok.....                                                                               | 52        |
| <b>Foydalanilgan adabiyotlar.....</b>                                                                                | <b>55</b> |

## 1-mavzu: *Ilgarilanma harakat kinematikasi(2 soat)*

### 1.1 Mavzuning fizik asosi

- Umumiy holatda 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:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad v = v_0 + at, \quad a = \text{const}.$$

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

$$v_{o'rt} = \frac{S_{um}}{t_{um}}.$$

### 1.2 Masala yechish namunalari

1. Avtomobil o'z harakati vaqtini 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:  $v_{o'rt} - ?$

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

formuladan aniqlanadi, bu yerda  $t_1 = t_2 = t/2$  va  $S_{um} = S_1 + S_2$ ,  $t_{um} = t_1 + t_2 = t$ ,

$S_1 = v_1 t, S_2 = v_2 t$  ifodalarni 1-formulaga olib borib qo'ysak natijada

$$v_{o'r} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t + v_2 t}{2t} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 60\text{km/soat} \text{ kelib chiqadi. Javob: } 60\text{km/soat}.$$

2. Jism bosib o'tgan yo'l  $S$  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  $a = 1\text{m/s}^2$  bo'ladi?

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

Topish kerak:  $t - ?$

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

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

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

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

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

Berilgan:  $t = 3s$

Topish kerak:  $\vartheta_0 - ?$ ,  $H - ?$

Yechilishi: Bizga ma'lumki biror  $\vartheta_0$  tezlik bilan vertikal otilgan jism qancha vaqtda  $H$  balandlikka ko'tarilsa xuddi shuncha vaqtda yerga qaytib tushadi, shuning uchun,

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

deyishimiz mumkin. Agar  $t_1$  vaqtni jismni  $H$  balandlikdan tushish vaqti desak u holda,

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

bo'ladi,  $H$  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 emas,

$$H = \frac{gt_1^2}{2} = 11m.$$

Endi masalada so'ralgan  $\vartheta_0$  boshlang'ich tezlikni topamiz. Bilamizki, biror  $H$  balandlikka  $\vartheta_0$  tezlik bilan vertikal otilgan jism shu balandlikdan erkin tushayotganda, yerga urilish paytda yana  $\vartheta_0$  tezlikka erishadi. Shuning uchun yerga urilish paytdagi tezlik  $\vartheta$  ni otilgan boshlang'ich tezlik  $\vartheta_0$  ga teng deyish mumkin.  $H$  balandlikdan boshlang'ich tezliksiz erkin tushayotgan jismning yerga urilish paytdagi tezligi:

$$\vartheta = gt_1 \quad (3)$$

$\vartheta = \vartheta_0$  bo'lgani uchun va (1) ifodaga ko'ra:

$$\vartheta_0 = \frac{gt}{2} \quad (4)$$

(4) ifodadan  $\vartheta_0$  ni hisoblaymiz:  $\vartheta_0 = 14.7m/s$ . Javobi:  $H = 11m$ ,  $\vartheta_0 = 14.7m/s$ .

### **1.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. Avtomobil yo'lining birinchi yarmini  $80\text{km/soat}$  tezlik bilan, qolgan yo'lni esa  $40\text{km/soat}$  tezlik bilan bosib o'tgan. Avtomobil harakatining o'rtacha tezligini toping. ( $53.3\text{km/soat}$ )
2.  $\vartheta_1 = 1\text{m/s}$  tezlik bilan oqayotgan daryoda suvga nisbatan  $\vartheta_2 = 2\text{m/s}$  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. ( $1) 3\text{m/s}, 2) 1\text{m/s}, 3) 2.24\text{m/s}$ )
3. Vertikal yuqoriga otilgan jism 3 sek dib dan keyin yerga qaytib tushdi. 1) Jismning boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan? 2) Jism qanday balandlikka ko'tarilgan. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin. ( $\vartheta_0 = 14.7\text{m/s}, h = 11\text{m}$ )
4. Qayiq suvga nisbatan  $7.2\text{km/soat}$  tezlik bilan qirg'oqqa tik yo'nalishda harakat qilmoqda. Oqim qayiqni  $150\text{ km}$  pastga sudradi. Daryoning kengligi  $0.5\text{ km}$ . 1) Daryo oqimining tezligi va 2) qayiqning daryodan o'tishi uchun sarf qilingan vaqt topilsin. ( $\vartheta = 0.6\text{m/s}, t = 250\text{sek}$ )
5. 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. ( $h_1 = 0.049\text{m}, h_2 = 1.9\text{m}$ )
6. Poyezd  $36\text{km/soat}$  tezlikda harakat qilmoqda. Agar bug' berish to'xtatilsa, poyezd tekis sekinlanuvchan harakat qilib  $20\text{sek}$  dan keyin to'xtaydi. 1) Poyezdning manfiy tezlanishi topilsin. 2) To'xtash joyidan necha metr narida bug' berishni to'xtatish kerak? ( $a = -0.5\text{m/s}^2, s = 100\text{m}$ )
7. Vagon  $-0.5\text{m/s}^2$  manfiy tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Vagonning boshlang'ich tezligi  $54\text{km/soat}$ . Vagon qancha vaqtdan keyin va boshlang'ich no'qtadan qancha masofada to'xtaydi? ( $t = 30\text{sek}, s = 225\text{m}$ )
8. Jismning bosib o'tgan yo'li  $s$  ning  $t$  vaqtga bog'lanishi  $s = A - Bt + Ct^2$  tenglama orqali berilgan, bunda  $A = 6\text{m}, B = 3\text{m/s}, C = 2\text{m/s}^2$ . Jismning  $1\text{ sek}$  va  $4\text{ sek}$  gacha bo'lgan chegarasidagi o'rtacha tezligi va o'rtacha tezlanishi topilsin.  $0 \leq t \leq 5\text{sek}$  intervalda  $1\text{ sek}$  oralatib yo'l, tezlik va tezlanishning grafigi chizilsin. ( $\vartheta = 7\text{m/s}, a = 4\text{m/s}^2$ )
9. Jismning bosib o'tgan yo'li  $s$  ning  $t$  vaqtga bog'lanishi  $s = A - Bt + Ct^2$  tenglama orqali berilgan, bunda  $A = 3\text{m}, B = 2\text{m/s}, C = 1\text{m/s}^2$ . Jism harakatining birinchi, ikkinchi va uchinchi sekund oralig'idagi o'rtacha tezligi va tezlanishi topilsin. ( $\vartheta_1 = 3\text{m/s}, \vartheta_2 = 5\text{m/s}, \vartheta_3 = 7\text{m/s}, a_1 = a_2 = a_3 = 2\text{m/s}^2$ )
10. Tosh gorizontaal otilgandan  $0.5\text{ sek}$  o'tgach, uning tezligi boshlang'ich tezligidan  $1.5$  marta katta bo'lgan. Toshning boshlang'ich tezligi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin. ( $\vartheta_0 = 4.4\text{m/s}$ )

## 2-mavzu: Aylanma harakat kinematikasi(2 soat)

### 2.1 Mavzuning fizik asosi

- Umumiy holda aylanma harakatda burchak tezlik va burchak tezlanishi:

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

Bunda:  $\varphi$ -jismning  $t$  vaqtdagi burilish burchagi.

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

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

- Agar jism aylanani to'liq aylansa, u holda:

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

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

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

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

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

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

- Chiziqli to'liq tezlanish:

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

Bunda  $a_t$ -tangensial,  $a_n$ -normal tezlanishlar bo'lib:

$$a_t = \frac{dg}{dt} - g\text{-tezlik vektori bo'ylab yo'nalgan}$$

$$a_n = \frac{g^2}{R} - g\text{-tezlik vektoriga perpendikulyar, ya'ni aylana radiusi bo'ylab}$$

aylana markaziga tomon yo'nalgan, shuning uchun uni markazga intilma tezlanish deyiladi.

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

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

## 2.2 Masala yechish namunalari

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

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

Topish kerak:  $\varepsilon - ?$

Yechilishi: G'ildirak harakati tekis tezlanuvchan 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  $\varepsilon$  ni hisoblaymiz:

$\varepsilon = 1.26 \text{ ayl/sek}$ .

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

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

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

Yechilishi: Quyidagi formulalarni yozamiz:

$a_n = \frac{v^2}{R}$  (1),  $v = \frac{dS}{dt} = \frac{d}{dt}(Ct^3) = 3Ct^2$  (2), bundan  $t = \sqrt{\frac{v}{3C}} = 10\text{s}$ . Tangensial

tezlanish uchun:  $a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(3Ct^2) = 6Ct$  (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:  $4.5\text{m/s}^2, 0.06\text{m/s}^2$ .

3. G'ildirak o'zgarmas  $\varepsilon=2\text{rad/sek}^2$  burchak tezlanish bilan aylanmoqda, harakat boshlangandan 0.5 sek o'tgach to'la tezlanish  $13.6\text{cm/sek}^2$  ga teng bo'lsa radiusini toping.

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

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:  $a = \sqrt{a_t^2 + \varepsilon^2 t^4 a_t^2} = a_t \sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4}$  (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  $R = 6.1m$  ekanligini topiladi. Javobi:  $6.1m$ .

### **2.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. Aylanma harakat qilayotgan g'ildirak gardishidagi no'qtaning  $\vartheta_1$  chiziqli tezligi gardishdan o'qqa 5 sm yaqin bo'lgan no'qtasining  $\vartheta_2$  chiziqli tezligidan 2.5 marta katta bo'lsa, g'ildirakning radiusi topilsin. ( $R = 8.33cm$ )
2. Maxovik g'ildirak harakat boshlanishidan  $t = 1min$  o'tgach  $\vartheta = 720ayl/min$  ga mos tezlikka erishadi. G'ildirakning burchak tezlanishi va 1 min dagi aylanishlar soni topilsin. Harakat tekis tezlanuvchan deb hisoblansin. ( $\varepsilon = 1.26rad/sek^2, N = 360ayl$ )
3. Nuqta  $R = 20sm$  radiusli aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish  $a_t = 5m/sek^2$  bilan harakatlanadi. Harakat boshlanishidan qancha vaqt o'tgach no'qtaning  $a_n$  normal tezlanishi: 1) tangensial tezlanishga teng, 2) tangensial tezlanishdan ikki marta katta bo'ladi? ( $t_1 = 2sek, t_2 = 2.8sek$ )
4. Nuqta  $R = 10sm$  radiusli aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish  $a_t$  bilan harakatlanadi. Agar harakat boshlangandan keyingi beshinchi marta aylanish oxirida nuqtaning tezligi  $\vartheta = 79.2sm/sek$  ga teng bo'lsa, nuqtaning  $a_t$  tezlanishi topilsin. ( $a_t = 0.1m/sek^2$ )
5. Nuqta  $R = 10sm$  radiusli aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish  $a_t$  bilan harakatlanadi. Agar harakat boshlangandan keyingi beshinchi marta aylanish oxirida nuqtaning tezligi  $\vartheta = 10sm/s$  ga teng bo'lsa, harakat boshlangandan  $t = 20sek$  o'tgandan keyin  $a_n$  normal tezlanishi topilsin. ( $a_t = 0.01m/sek^2$ )
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  $B = -2m/s, C = 1m/s^2$ . Adar harakat boshlangandan 2 sek o'tgach nuqtaning normal tezlanishi  $0.5m/s^2$  bo'lsa, harakat boshlanishidan 3 sek o'tgach nuqtaning chiziqli tezligi, tangensial, normal va to'la tezlanishi topilsin.
7. G'ildirak o'zgarmas  $\varepsilon = 2rad/sek^2$  burchak tezlanish bilan aylanadi. Harakat boshlanishidan 0.5 sek o'tgach g'ildirakning to'la tezlanishi  $a = 13.6sm/sek$  ga teng bo'lsa, uning radiusi topilsin. ( $R = 6.1m$ )
8. Tosh gorizontaal yo'nalishda  $10m/s$  tezlik bilan otilgandan 3sek o'tgach, tosh trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin. ( $R = 3.5m$ )
9. 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? ( $\vartheta = 1660km/soat$ )
10. Nuqta  $R = 2sm$  radiusli aylana bo'ylab harakatlanadi. Yo'lning vaqtga bog'lanishi  $x = Ct^3$  tenglama orqali berilgan, bunda  $C = 0.1sm/sek$ . Tezligi

$g = 0.3m/s$  ga teng bo'lganda nuqtaning normal va tangensial tezlanishi topilsin.  
 ( $a_n = 4.5m/sek^2, a_t = 0.06m/sek^2$ )

### 3- mavzu: *Moddiy nuqta dinamikasi(2 soat)*

#### 3.1 Mavzuning fizik asosi

- Dinamikaning asosiy qonuni:  $Fdt = d(mg)$
- Agar  $m = const$  bo'lsa u holda:  $F = m \frac{dg}{dt} = ma$

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

- Jismning impulsi:  $P = mg$
- Jism impulsining o'zgarishi kuch impulsiga teng:  $\Delta P = F\Delta t$
- Jism impulsining saqlanish qonuni:

$$P_1 + P_2 + \dots + P_n = \sum_{i=1}^n P_i = \sum_{i=1}^n m_i g_i = const$$

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

$$g = \frac{m_1 g_1 + m_2 g_2}{m_1 + m_2}$$

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:  $A = FS \cos \alpha$   
 bunda,  $\alpha$  -F kuch va S ko'chish vektorlari orasidagi burchak.

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

- Mexanikada kuchlar:

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

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

c) 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.

d) Ishqalanish kuchi normal bosim kuchiga proporsional

$$F_{ishq} = \mu P_n, \mu - \text{ishqalanish koeffitsiyenti.}$$

- Kinetik energiya:  $W_k = \frac{m g^2}{2}$
- Og'irlik kuchi maydonidagi jismning potentsial energiyasi:  $W_p = mgh$   
h- jismning Yerdan balandligi.
- Energiyaning saqlanish qonuni:  $W = W_k + W_p = \frac{m g^2}{2} + mgh = const$

### 3.2 Masala yechish namunalari

1. Og'irligi  $10^4 N$  bo'lgan avtomobil 5s tormozlangandan keyin tekis sekinlanuvchan harakat qilib, 25m masofani o'tib to'xtadi, tormozlanish kuchini toping.

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

Topish kerak:  $F - ?$

Yechilishi: Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra  $F = ma(1)$ , bunda F- tormozlovchi kuch, m-avtomobil massasi, a-tekis sekinlanuvchi 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

yo'zamy:  $F = \frac{P}{g} \frac{2S}{t^2}(4)$ . Ushbu tenglama orqali F ni hisoblaymiz va  $F = 2kN$ .

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

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

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 yo'zamy:

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

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

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: 2N.

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

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

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

### **3.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. Og'irligi  $10^4 N$  bo'lgan avtomobil 5 sek tormozlangandan keyin tekis sekinlanuvchan harakat qilib, 25m masofani o'tib to'xtaydi. 1) Avtomobilning boshlang'ich tezligi, 2) tormozlanish kuchi topilsin. ( $g_0 = 36km/soat$ ,  $F = 208kG$ )
2. 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  $C = 5m/sek^2$  va  $D = 1m/sek^2$ . Harakatning birinchi sekundi oxirida jismga ta'sir qiluvchi kuchning kattaligi topilsin. ( $F = 2N$ )
3.  $g = 600m/s$  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. ( $5.6 \cdot 10^{-23} Nsek$ )
4. Og'irligi  $1kG$  jism  $1m/stezlik$  bilan gorizontol harakatlanib,  $0.5 kG$  og'irlikdagi jismni quvib yetadi va u bilan noelastik to'qnashadi. 1) Ikkinchi jism harakatsiz turgandagi, 2) ikkinchi jism birinchi jismning yo'nalishida  $0.5m/s$  tezlikda harakat qilganda, 3) ikkinchi jism birinchi jismga qarama-qarshi yo'nalishda  $0.5m/stezlik$  bilan harakat qilgandagi hollar uchun jismlarning urilishdan keyingi tezliklari topilsin. ( $0.67m/s, 0.83m/s, 0.5m/s$ )
5. Avtomobilning og'irligi  $9.8 \cdot 10^3 N$ . 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  $2m/s^2$  tezlanish bilan harakat qilgandachi? ( $F_1 = 980N, F_2 = 3000N$ )
6. Temir yo'l vagoni tormozlanganda, uning tezligi  $\Delta t = 3.3sek$  vaqt oralig'ida  $g_1 = 47.5km/soat$  dan  $g_2 = 30km/soat$  gacha bir tekis o'zgaradi. Vagon tormozlanganda, polkadagi chamadon siljiy boshlashi uchun, chamadon bilan polka orasidagi ishqalanish ko'effisiyentining chegaraviy qiymati qancha bo'lishi kerak? ( $k = 0.15$ )
7. Og'irligi  $P = 2kG$  yukni  $h = 1m$  balandlikka  $F$  o'zgarmas kuch bilan vertikal ko'tarishda  $A = 8kGm$  ish bajargan. Yuk qanday tezlanish bilan ko'tarilgan? ( $a = 29.4m/sek^2$ )
8. Dvigatelning o'rtacha quvvati 15 o.k. ga teng bo'lgan avtomobil 100km yo'lni 30km/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. = 736Vt. ( $m = 13kg$ )

9. Og'irligi  $2kG$  bo'lgan tosh ma'lum balandlikdan yerga  $1.43sek$  da tushadi. Toshning yo'lining o'rta no'qtasidagi kinetik va potentsial energiyasi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin. ( $W_k = W_p = 98.1J$ )

## 4-mavzu: Nisbiylik nazariyasining elementlari(2 soat)

### 4.1 Mavzuning fizik asosi

Nisbiylik nazariyasining fizikaviy asosi quyidagi ikki prinsipga tayanadi:

#### 1. Nisbiylik prinsipi.

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

#### Yorug'lik tezligining doimiylik prinsipi.

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

Ushbu prinsiplar asosida quyidagi natijalar kelib chiqadi:

- Inersial sanoq sistemasiga nisbatan  $\mathcal{g}$  tezlik bilan harakatlanayotgan

jismning chiziqli o'lchamlari kamayadi: 
$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{\mathcal{g}^2}{c^2}}$$

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

- Inersial sanoq sistemasiga nisbatan  $\mathcal{g}$  tezlik bilan harakatlanayotgan

sistemada vaqt o'tishi sekinlashadi: 
$$t = t_0 \sqrt{1 - \frac{\mathcal{g}^2}{c^2}}$$

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

- Inersial sanoq sistemasiga nisbatan  $\mathcal{g}$  tezlik bilan harakatlanayotgan

jismning massasi ortadi: 
$$m = m_0 / \sqrt{1 - \frac{\mathcal{g}^2}{c^2}}$$

- Jismning tinchlikdagi energiyasi quyidagicha bo'ladi:  $\Delta W = \Delta mc^2$
- $\mathcal{g}$ -tezlik bilan harakatlanganda to'la energiya quyidagicha o'zgaradi:

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

- Jism kinetik energiyasi bilan massasi orasidagi bog'lanish:

$$W_k = m_0 c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} - 1 \right)$$

- Inersial sanoq sistemasiga nisbatan  $v$  tezlik bilan harakatlanayotgan

jismning impulsi ortadi: 
$$P = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

#### **4.2 Masala yechish namunalari**

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

Berilgan:  $\frac{\Delta l}{l_0} = 25\%, c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Topish kerak:  $v$  – ?

Yechilishi: Inersial sanoq sistemasiga nisbatan  $v$  tezlik bilan harakatlanayotgan

jismning chiziqli o'lchamlari kamayadi:  $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  (1). Shartga ko'ra

$\Delta l = 0.25l_0$  (2), kelib chiqadi. (2) ni (1) ga qo'yib quyidagilarni olamiz:

$$0.75l_0 = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \text{ yoki } 0.75 = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \text{ bundan ikki tomonini kvadratga ko'tarish}$$

natijasida  $0.5625 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$  ga ega bo'lamiz. Bundan  $v$  ni topish qiyin emas

$$v = \sqrt{(1 - 0.5625)c^2} \text{ (3). Ushbu tenglikdan } v = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s kelib chiqadi.}$$

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

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:  $v$  – ?

Yechilishi: Inersial sanoq sistemasiga nisbatan  $v$  tezlik bilan harakatlanayotgan

jismning massasi ortadi:  $m = m_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  (1), bundan  $\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  (2). Ushbu

tenglamaga masala shartidagi  $m = 2m_0$  ni ta'sir ettirsak:  $\frac{1}{2} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  (3). Bundan

qidiralayotgan  $v$  ni topish mumkin:  $v = \frac{c}{2} \sqrt{3}$  (4). Javobi:  $2.6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

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

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

Topish kerak:  $U$  – ?

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

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

qo'llasak quyidagi kelib chiqadi:  $W_k = 2.2 m_0 c^2$  (3). (1) bilan (3) ni tenglashtiramiz:  $eU = 2.2 m_0 c^2$  (4).

Bundan  $U = \frac{2.2 m_0 c^2}{e}$ . Bu formula orqali izlanayotgan  $U$  ning son qiymatini hisoblasak natija  $1.1 \cdot 10^6 \text{ J}$  kelib chiqadi. Javobi:  $1.1 \cdot 10^6 \text{ J}$ .

### **4.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. Harakatdagi jismning bo'ylama o'lchami ikki baravar kichrayishi uchun u qanday tezlikka erishuvi kerak? ( $\beta = 2.6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )
2. 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)
3.  $\alpha$  zarracha massasi nolga teng boshlang'ich tezlikdan yorug'lik tezligining 0.9 ga baravar tezlikka qadar tezlashganida qanchaga yetadi? ( $8.6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ )
4. Zarracha massasining nisbiy kattalashuvi 5% dan ortmasligi uchun, siklotrondagi zarrachalarni qanday energiyaga qadar tezlashtirish mumkin. Masalan: 1) elektronlar, 2) protonlar, 3) deyttronlar uchun hal qiling. ( $k = 0.05$ )
5. Mezonning to'la energiyasi tinch holatdagi energiyasidan 10 marta katta bo'lsa, uning tezligini toping. ( $\beta = 2.985 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )
6. Zarracha kinetik energiyasi uning tinch holatdagi energiyasiga teng bo'lishi uchun zarracha tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qilishi kerak? ( $\beta = 86.6\%$ )
7. Siklotrondan uchib chiquvchi elektronlar  $0.67 \text{ MeV}$  kinetik energiyaga ega. Shu elektronlarning tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qilishi kerak? ( $\beta = 0.9$ )
8. Harakatdagi elektron massasi uning tinch holatdagi massasidan ikki baravar katta. Bu elektronning kinetik energiyasini toping. ( $W_k = 0.2 \cdot 10^{-14} \text{ J}$ )
9. Massaning elektronning tinch holatdagi massasi kattaligicha o'zgarishiga muvofiq keluvchi energiya o'zgarishini toping. ( $\Delta W = 8.2 \cdot 10^{-14} \text{ J} = 0.51 \text{ MeV}$ )
10. Quyosh har minutda  $6.5 \cdot 10^{21} \text{ kVtsoat}$  ga teng energiya chiqaradi. Quyosh nurlanishi o'zgarmas deb hisoblansa, Quyosh massasi qancha vaqtda ikki baravar kamayishini toping. ( $7 \cdot 10^{12} \text{ yilda}$ )

## 5-mavzu: Qattiq jism aylanma harakat dinamikasi(4 soat)

### 5.1 Mavzuning fizik asosi

- $F$  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 masofa.

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

$$J = mr^2 \quad \text{kattalikka aytiladi,}$$

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:

$$J = 1/2 mr^2$$

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:

$$J = 2/5 mr^2$$

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

$$J = 1/12 ml^2$$

- 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.  $J$  ni ifodalovchi quyidagi tenglama Shteyner tenglamasi deyiladi:

$$J = J_0 + md^2$$

bunda  $d$  - parallel o'qlar orasidagi masofa.

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

$$Mdt = d(J\omega), \omega - \text{burchak tezlik.}$$

agar  $J = \text{const}$  bo'lsa

$$M = J \frac{d\omega}{dt} = J\beta, \beta - \text{burchak tezlanish.}$$

- Biror o'q atrofida aylanayotgan qattiq jismning energiyasi:

$$W_k = \frac{J\omega^2}{2}, \omega - \text{burchak tezlik.}$$

## **5.2 Masala yechish namunalari**

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

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

Topish kerak:  $M - ?$

Yechilishi: Qattiq jismning aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi:

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

(1) formulaga qo'yamiz  $M = J \frac{\omega_1}{t}$  va  $M = 100 \text{ Nm}$  ni topamiz. Javobi:  $100 \text{ Nm}$ .

2. Radiusi 0.5 m barabanga ip o'ralgan bo'lib, 10 kg yuk osilgan, osilgan yuk  $2.04 \text{ m/s}^2$  tezlanish bilan tushayotgan bo'lsa, barabanning inersiya momentini toping?

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:  $M = IR \quad (1)$  ni yuzaga keltiradi. Boshqa tomondan  $M = J\varepsilon \quad (2)$ . Baraban aylanishining tangensial tezlanishi yukning tushish tezlanishiga teng bo'lganligi

uchun  $\varepsilon = \frac{a}{R} \quad (3)$ . Yuk  $a$  tezlanish bilan pastga tushayotganligi uchun ipning

taranglik kuchi quyidagiga teng bo'ladi  $T = m(g - a) \quad (4)$ . (1),(2),(3)

tenglamalarni birgalikda yechib quyidagini olamiz:  $J = \frac{TR^2}{a} \quad (5)$ . (4) ni (5) ga

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

Javobi:  $J = 10 \text{ kgm}^2$ .

3. 2kg og'irlikdagi disk gorizantal tekislikda  $4 \text{ m/s}^2$  tezlik bilan sirg'alishsiz dumalaydi. Diskning kinetik energiyasini toping?

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

Topish kerak:  $W_k - ?$

Yechilishi: Disk gorizontaal 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:  $W_k = 24J$ .

### **5.3 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. ( $9.7 \cdot 10^{37} \text{ kgm}^2/\text{s}$ ,  $7 \cdot 10^{33} \text{ kgm}^2/\text{sek}$ ).
2. 1m uzunlikdagi va 0.5kG og'irlikdagi bir jinsli sterjen vertikal tekislikda o'z o'rtasidan o'tgan gorizontaal o'q atrofida aylanmoqda. Agar aylantiruvchi moment  $9.81 \cdot 10^{-2} \text{ Nm}$  ga teng bo'lsa, sterjen qanday burchak tezlik bilan aylanadi? ( $\varepsilon = 2.35 \text{ rad}/\text{sek}^2$ )
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  $B = 8 \text{ rad}/\text{sek}^2$ . Disk gardishiga qo'yilgan urinma kuchning kattaligi topilsin. Ishqalanish nazarga olinmasin. ( $F = 4 \text{ N}$ )
4. 0.5m radiusli va  $m = 50 \text{ kg}$  massali disksimon g'ildirakning gardishiga 10kG urinma kuch ta'sir qiladi. 1) G'ildirakning burchak tezlanishi topilsin. 2) Kuch ta'sir qila boshlagandan qancha vaqt o'tgach g'ildirakning tezligi 100ayl/sek ga mos keladi? ( $\varepsilon = 7.8 \text{ rad}/\text{sek}^2$ , 1min20sek 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  $\Delta t = 10 \text{ sek}$  o'tgandan keyin maxovik sekundiga necha marta aylanadi? Maxovik bir jinsli disk deb hisoblansin. Ishqalanish hisobga olinmasin. ( $v = 23.4 \text{ ayl}/\text{sek}$ )
6. Inersiya momenti  $245 \text{ kgm}^2$  ga teng bo'lgan maxovik g'ildirak 20ayl/sek 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. ( $M = 513 \text{ Nm}$ ,  $N = 600 \text{ ayl}$ )
7.  $R = 0.5 \text{ m}$  radiusli barabanga ip o'ralgan, uning uchiga  $P = 10 \text{ kG}$  yuk osilgan. Agar yukning pastga  $a = 2.04 \text{ m}/\text{sek}^2$  tezlanish bilan tushayotgani ma'lum bo'lsa, barabanning inersiya momenti topilsin. ( $J = 9.5 \text{ kgm}^2$ )

8. 2 kg og'irlikdagi disk gorizontal tekislikda  $4m/s$  tezlik bilan sirpanishsiz dumalaydi. Diskning kinetik energiyasi topilsin. ( $W_k = 24J$ )
9. 6 sm diametrli shar gorizontal tekislikda sekundiga  $4ayl/sek$  bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Sharning massasi 0.25 kg. sharning kinetik energiyasi topilsin. ( $W_k = 0.1J$ )
10. Og'irligi 1kG va diametri 60 sm bo'lgan disk o'z markazidan tekisligiga tik ravishda o'tgan o'q atrofida  $20ayl/sek$  bilan aylanadi. Diskni to'xtatish uchun qancha ish bajarish kerak? ( $A = 355J$ )
11.  $v = 9km/soat$  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. ( $W = 253J$ )
12.  $R = 10sm$  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? ( $A = 34.1J$ )
13. G'ildirak tormozlanishi natijasida tekis sekinlanuvchan aylanma harakat qilib, 1 minutda o'z tezligini  $300ayl/sek$  dan  $180ayl/min$  gacha kamaytiradi. G'ildirakning inersiya momenti  $2kgm^2$ . 1) G'ildirakning burchak tezlanishi, 2) tormozlovchi moment, 3) tormozlanish ishi, 4) g'ildirakning shu minut davomidagi aylanishlar soni topilsin. ( $\varepsilon = -0.21rad/sek^2, M_t = 0.42Nm, A = 630J, N = 240ayl$ )
14. Ventilyator  $900ayl/min$  ga mos tezlik bilan aylanadi. Ventilyator o'chirilgandan keyin, tekis sekinlanuvchan harakat qilib to'xtaguncha 75 marta aylanadi. Tormozlanish ishi  $44.4J$  ga teng. 1) Ventilyatorning inersiya momenti, 2) tormozlanish kuchini momenti topilsin. ( $J = 0.01kgm^2, M_t = 9.4 \cdot 10^{-2} Nm$ )
15. Inersiya momenti  $J = 245kgm^2$  bo'lgan maxovik g'ildirak  $20ayl/sek$  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. ( $M_{ishq} = 308Nm, t = 100sek$ )
16.  $\varepsilon = 0.5rad/sek^2$  o'zgarmas burchak tezlanish bilan aylanayotgan maxovuk g'ildirak harakat boshlanishidan  $t_1 = 15s$  o'tgandan keyin  $L = 73.5kgm^2/sek$  ga teng harakat miqdoriga ega bo'ladi. Harakat boshlanishidan  $t_2 = 20s$  o'tgandan keyin g'ildirakning kinetik enargiyasini toping. ( $W_k = 490J$ )
17.  $m = 5kg$  massali diskning gardishiga urinma  $F = 2kG$  o'zgarmas kuch qo'yilgan. Kuchning ta'siri boshlangandan keyin  $t = 5sek$  o'tgach disk qanday kinetik energiyaga ega bo'ladi? ( $W_k = 1.92kJ$ )

18. Og'irligi 80 kG bo'lgan va radiusi 1m gorizonta platforma 20ayl/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  $2.94kgm^2$  dan  $0.98kgm^2$  gacha kamaytirs, platformaning bir minutdagi aylanishlar soni qancha bo'ladi? Platforma bir jinsli doiraviy disk deb hisoblansin. ( $\nu = 21ayl/min$ )

19. 100 kg massali harakatsiz platformaning ustida og'irligi 60kG odam turibdi. Agar odam aylanish o'qining atrofida 5m radiusli aylana bo'ylab platformaga nisbatan 4km/soat tezlik bilan harakatlansa, platforma minutiga necha marta aylana boshlaydi? Platformaning radiusi 10m. platforma bir jinsli doiraviy disk deb, odamni moddiy no'qta deb hisoblansin. ( $\nu = 0.49ayl/min$ )

## 6-mavzu: *Elektr o'zaro ta'sir(2 soat)*

### 6.1 Mavzuning fizik asosi

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

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

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

- Kulon qonuni tenglamalaridan barcha o'zgarmas kattaliklar uchun quyidagicha belgilash kiritamiz:

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

Unga ko'ra  $k = 9 \cdot 10^9 Nm^2 / C^2$ . Bundan Kulon qonuni  $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$  ko'rinishga keladi.

### 6.2 Masala yechish namunalari

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

Berilgan:  $q_1 = 1mkC, q_2 = 10nC, F = 9mN, \epsilon = 1$

Topish kerak:  $r = ?$

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

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

- Havoda bir-biridan  $r_1 = 20sm$  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  $F_1 = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon_1 r_1^2}$ , zaryadlarning

moydagi o'zaro ta'sir kuchi esa  $F_2 = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon_2 r_2^2}$ . 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: 9sm.

### **6.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

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

2. Havoda bir-biridan 20 sm uzoqlikda turgan ikkita nuqtaviy zaryad biror kuch bilan o'zaro ta'sir qiladi. Yog'da bu zaryadlar shunday kuch bilan o'zaro ta'sir qilishi uchun, ularni qanday uzoqlikda ta'sir qildirish kerak? ( $r = 8.94 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ )

3. 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  $3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ .

4. 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)

5. 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. ( $F = 0.7 \text{ N}$ )

6. Har birining og'irligi 0.2kG 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. ( $q = 1.7 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ )

7. 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 yechilsin. ( $\frac{W_{el}}{W_{gr}} = 4.17 \cdot 10^{42}, \frac{W_{pr}}{W_{gr}} = 1.24 \cdot 10^{36}$ )

$$\frac{W_{el}}{W_{gr}} = 4.17 \cdot 10^{42}, \frac{W_{pr}}{W_{gr}} = 1.24 \cdot 10^{36}$$

8. 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 aniqlansin. ( $q_1 = 14nC, q_2 = 3.5nC, r_2 = 7.5sm$ )

9. Har birining uzunligi 60 sm dan bo'lgan ikkita ipak ipga massalari 0.42g 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 6sm uzoqlashgan bo'lsa ular qancha zaryad bor? Suv uchun  $\varepsilon = 81$ ga teng. ( $q = 79.6nC$ )

10. Bir-biridan 5sm masofada turgan ikkita zaryad  $\varepsilon_1 = 1$  bo'lgan muhitda  $120mkN$  kuch bilan ta'sirlashmoqda, boshqa muhitda 10sm masofada  $15mkN$  kuch bilan ta'sirlashmoqda.  $\varepsilon_2$  ni toping. ( $\varepsilon_2 = 2$ )

## 7-mavzu: *Elektr maydon kuchlanganligi*(4 soat)

### 7.1 Mavzuning fizik asosi

- Elektr maydon kuchlanganligi deb maydonga kiritilgan birlik sinov  $q$  zaryadga ta'sir qiluvchi  $F$  kuchga miqdor jihatdan teng  $E$  kattalikka aytiladi.

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

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

$$N_E = \frac{1}{\varepsilon\varepsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$$

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 maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 a}$$

Bunda  $\tau$  uzunlik birligiga to'g'ri keladigan zaryad miqdori yoki zaryadning sirt zichligi deyiladi.

2. Zaryadlangan cheksiz tekislikning maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0}$$

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

3. Yassi kondensatorning maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$$

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 yassi kondensator uchun quyidagi ifoda ham o'rinaldir

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

$d$ -kondensator qoplamalari orasidagi masofa.

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

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

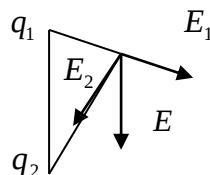
## 7.2 Masala yechish namunalari

1.  $22,5 \text{ CFC}_q$  va  $-44 \text{ CFC}_q$  ikkita zaryad oralig'i  $5 \text{ sm}$ . 1-zaryaddan  $3 \text{ sm}$ , 2-zaryaddan  $4 \text{ sm}$  masofadagi elektr maydon kuchlanganligini toping.

Berilgan:  $q_1 = 22,5 \text{ CFC}_q$ ,  $q_2 = 44 \text{ CFC}_q$ ,  $r_1 = 3 \text{ sm}$ ,  $r_2 = 4 \text{ sm}$ ,  $r = 5 \text{ sm}$

Topish kerak:  $E - ?$

Yechilishi:



Masala sharti asosida chizilgan chizmadagi burchak  $\alpha = 90^\circ$  bo'lganligi uchun

$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$  (1) kabi yoziladi. Boshqa tomondan  $E_1 = k \frac{q_1}{\epsilon r_1^2}$  va  $E_2 = k \frac{q_2}{\epsilon r_2^2}$

ekanligidan  $E = \frac{k}{\epsilon} \sqrt{\frac{q_1^2}{r_1^4} + \frac{q_2^2}{r_2^4}}$  (2),  $1 \text{ CFC}_q = \frac{1}{3} * 10^{-9}$  ni inobatga olib (2) formula

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

2. Ikkita  $q_1 = 8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  va  $q_2 = -6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  nuqtaviy zaryad o'rtasidagi nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi toping. Zaryadlar oralig'i  $r = 10 \text{ sm}$ ,  $\epsilon = 1$ .

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

Topish kerak:  $E - ?$

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

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

elektr maydon kuchlanganligi  $E_2 = k \frac{q_2}{\epsilon r_2^2}$  (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:  $50400 \text{ V/m}$

3. 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  $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$  (1),

boshqa tomondan  $E = \frac{F}{q}$  (2), bunda  $q = \sigma S$  (3) ekanligidan  $\frac{F}{S} = 5.1 \text{ N/m}$ .

Javobi:  $5.1 \text{ N/m}$

### **7.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. Har bir uchida  $7 \text{ CGC}_q$  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  $q = 4.5 \text{ CGC}_q$ . Oltiburchakning tomoni 3 sm. Bu zaryadlarni turli kombinatsiyalarda joylashtirib, oltiburchak markazidagi elektr maydon kuchlanganligi topilsin.

(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. Sharchalarga  $q_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$  zaryad berilgandan keyin sharchalar o'zaro itarishib, bir-biridan  $60^\circ$  burchakka uzoqlashadi. Osilish no'qtasidan to sharchaning markazigacha bo'lgan oraliq 20 sm. Sharchaning og'irligi topilsin. ( $P = 1.6 \cdot 10^{-3} \text{ kG}$ )

4. 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  $0.098 \text{ N}$  ga teng bo'lishi uchun sharchalarga qancha zaryad berish kerak? ( $q = 1.1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ )

5. 4-masaladagi sharchalar kerosinga tushirilganda iplar bir-biridan  $54^\circ$  ga uzoqlashadi deb hisoblab, sharchalar materialining zichligi topilsin. ( $\rho_1 = 2550 \text{ kg/m}^3$ )

6. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan zaryadlangan ikkita sharchani bir xil zaryadlangan ikkita sharchani bir xil uzunlikdagi iplarga osib, zichligi  $\rho_1$  va

dielektrik kirituvchanligi  $\varepsilon$  bo'lgan suyuq dielektrikka tushirildi. Havoda va dielektrikda iplarning bir-biridan uzoqlashish burchagi bir xil b'lishi ushun sharchalar materialining zichligi qancha bo'lishi kerak? ( $\rho = \frac{\varepsilon \rho_1}{\varepsilon - 1}$ )

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

8.  $3 \cdot 10^{-8} \text{ C/cm}$  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? ( $\frac{F}{l} = 8.1 \text{ N/m}$ ,  $\frac{A}{l} = 0.112 \text{ J/m}$ )

9. Diametri 1sm bo'lgan mis shar yog' ichiga joylashtirilgan. Yog'ning zichligi  $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ . Agar bir jinsli elektr maydonida shar yog' ichida muallaq bo'lsa, sharning radiusi qancha bo'ladi? ( $q = \frac{4\pi^3 g(\rho_1 - \rho_2)}{3E} = 1.1 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ )

10. Gorizontal holatdagi yassi kondensator plastinkalari orasi zaryadlanib simob tomchisi muvozanat holatida turibdi. Elektr maydonning kuchlanganligi  $E = 600 \text{ V/sm}$ . Tomchi zaryadi  $2.4 \cdot 10^{-9} \text{ CGC}_q$  ga teng. Tomchining zaryadini toping. ( $r = 4.4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ )

11.  $10^8 \text{ sm/s}$  tezlik bilan qarama-qarshi harakatlanayotgan ikkita elektron bir-biriga qancha masofagacha yaqinlashishi mumkin? ( $r = 5.1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ )

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

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

14. Radioaktiv yemirilishda poloniy atomining yadrosidan  $\alpha$ -zarracha  $1.6 \cdot 10^9 \text{ sm/s}$  tezlik bilan uchib chiqadi.  $\alpha$ -zarrachaning kinetik energiyasi va  $\alpha$ -zarrachani xuddi shunday tezlikda haydab chiqarishdagi maydon potentsiallarining ayirmasi topilsin. ( $W = 8.5 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ ,  $U = 2.66 \cdot 10^6 \text{ V}$ )

15. Zaryadlangan cheksiz uzun ipdan  $r_1 = 4 \text{ sm}$  oraliqda  $q = 2 \text{ CGC}_q$  nuqtaviy zaryad turibdi. Maydon ta'sirida zaryad  $r_2 = 2 \text{ sm}$  oraliqqa siljiydi, bunda  $A = 50 \text{ erg}$  ish bajaradi. Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi topilsin. ( $\tau = 6 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}$ )

16. Musbat zaryadlangan cheksiz uzun ip elektr maydoni hosil qilgan. Shu maydon ta'sirida  $\alpha$ -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. ( $\tau = 3.7 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}$ )

17. Zaryadining 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

1sm naridan 0.5sm gacha yaqinlashganda qanday tezlikka erishadi? ( $g = 2.97 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ )

18. 1sm radiusli zaryadlangan shar markazidan 10sm uzoqlikdagi maydon nuqtasining potentsiali topilsin. Masalani quyidagi hollar uchun yechilsin: 1) shar zaryadining sirt zichligi  $10^{-11} \text{ C/sm}^2$ , 2) sharining potentsiali 300 voltga teng. ( $U = 11.3 \text{ V}$ ,  $U = 30 \text{ V}$ )

19. 1sm 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 grafigi chizilsin.

20. Bir valentli iondan  $2 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$  uzoqlikdagi elektr maydon kuchlanganligi topilsin. Ionning zaryadi nuqtaviy deb hisoblansin. ( $E = 3.6 \cdot 10^{10} \text{ V/m}$ )

## 8-mavzu: O'tkazgichlarning elektr sig'imi, har xil geometrik shakldagi kondensatorlarning elektr sig'imi (2 soat)

### 8.1 Mavzuning fizik asosi

- Nuqtaviy zaryad maydonining potentsiali

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$$

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

- $q$  sinov zaryadini potentsiali  $\varphi_1$  bo'lgan no'qtadan potentsiali  $\varphi_2$  bo'lgan no'qtaga ko'chirishda bajarilgan ish:

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

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

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

$$q = C\varphi$$

- Yassi kondensatorning elektr sig'imi:

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

$S$ -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,

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

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

- Silindrik kondensatorning elektr sig'imi:

$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 L}{\ln R/r}$$

$L$  -silindr uzunligi.

- Kondensatorlar sistemasi parallel ulanganda:

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

- Kondensatorlar sistemasi ketma-ket ulanganda:

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

## **8.2 Masala yechish namunalari**

1. Yer sharining sig'imi topilsin. Yer sharining radiusini 6400 km. Yer shariga 1C elektr miqdori berilsa potinsiali qanchaga uzgaradi?

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

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

Yechilishi: Sharining 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 potensiallar ayirmasi 90V. Har bir plastinkalarning yuzi  $60 \text{ sm}^2$  va zaryadi  $10^{-9} \text{ C}$ . Plastinkalar bir-biridan qancha masofada turishi topilsin.

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

Topish kerak:  $d - ?$

Yechilishi: O'tkazgichning elektr zaryadi bilan potensiali orasidagi bog'lanish formulasidan quyidagini yozamiz  $q = \frac{C}{U}$  (1). Ikkinchi tomondan yassi

kondensator sig'imi uchun  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$  (2), bundan  $d = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{C}$  (3). (3) ni (1) ga

ta'sir ettirib  $d = \frac{\epsilon\epsilon_0 S U}{C}$  ekanini aniqlaymiz va hisoblaymiz.

Javobi:  $d = 477.9 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

3. Rasmdagi kondensatorlar sistemasi sig'imini toping. Har bir kondensatorning sig'imi  $0,5\text{mkF}$ .

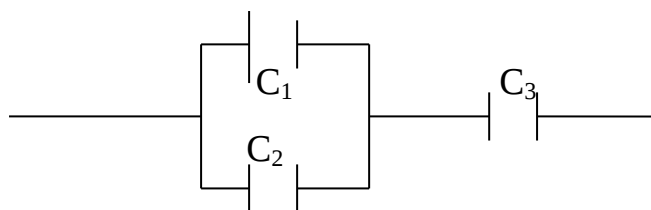
Berilgan:  $C_1 = C_2 = C_3 = C = 0,5\text{mkF}$

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 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:  $C_{um} = 0,33\text{mkF}$



### **8.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. Zarydlari  $q_1 = 20\text{CGC}_q$  va  $q_2 = 40\text{CGC}_q$  bo'lgan ikkita shar bir-biridan  $r_1 = 40\text{sm}$  uzoqlikda turibdi. Ularni bir-biriga  $r_2 = 25\text{sm}$  masofagacha yaqinlashtirish uchun qancha ish bajarish kerak? ( $A = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ )
2. Massasi  $1\text{g}$  va zaryadi  $10^{-8}\text{C}$  bo'lgan sharcha potentsiali  $600$  voltga teng bo'lgan  $A$  nuqtadan potentsiali nolga teng nuqtaga ko'chirildi. Agar sharcha  $B$  nuqtada  $20\text{sm/sek}$  tezlikka erishgan bo'lsa, uning  $A$  nuqtadagi tezligi qanday bo'lgan? ( $\vartheta = 16,7 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ )
3. bir jinsli elektr maydonida elektron  $10^{14}\text{sm/sek}^2$  tezlanish oladi. 1) Elektr maydon kuchlanganligi, 2) boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgandagi elektronning  $10^{-6}\text{sek}$  da oladigan tezligi, 3) bu vaqt ichida elektr maydon kuchining bajargan ishi hamda 4) bunda elektronning o'tgan potentsiallar ayirmasi topilsin. ( $E = 5,7\text{V/m}$ ,  $\vartheta = 10^6 \text{ m/s}$ ,  $A = 4,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ,  $U = 2,8\text{V}$ )
4.  $2\text{sm}$  radiusli sharcha  $2000\text{V}$  potentsialgacha manfiy zaryadlandi. Zaryadlashda sharchaga berilgan zaryadni tashkil qilgan hamma elektronlarning umumiy massasi topilsin. ( $2,5 \cdot 10^{-20} \text{ kg}$ )
5. Har birining zaryadi  $10^{-10}\text{C}$   $1\text{mm}$  radiusli sakkista tomchi qo'shilib, bitta katta tomchi hosil qilgan. Katta tomchining potentsiali topilsin. ( $U = 3600\text{V}$ )
6.  $792\text{V}$  potentsialgacha zaryadlangan sharcha zaryadining sirt zichligi  $3,33 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2$ . Sharchaning radiusi topilsin. ( $r = 2,1\text{sm}$ )
7.  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mkF}$  sig'imli kondensator yasash uchun  $0,05\text{mm}$  qalinlikdagi paraffin shimdirilgan qog'ozning ikki tomoniga staniol doirachalar yopishtirilgan. Bu doirachalarning diametri topilsin. ( $D = 3\text{sm}$ )

8.  $R_1 = 10 \text{ sm}$  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? ( $C = 1.17 \cdot 10^{-9} F$ ,  $R = 2.1 \text{ m}$ )

9.  $3000V$  potensialgacha zaryadlangan  $10 \text{ sm}$  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  $10 \text{ sm}$ . 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 ishi topilsin.

(1)  $5 \cdot 10^{-5} J$ , 2)  $E = 1.25 \cdot 10^{-5} J$ ,  $A = 2.5 \cdot 10^{-5} J$ , 3)  $E = 31.25 \cdot 10^{-7} J$ ,  $A = 62.5 \cdot 10^{-7} J$ )

10. Bir kodansatorning sig'imi o'zgarimas bo'lib u  $3.33 \cdot 10^{-9} F$  ga teng, ikkinchisiniki  $20 C G C_q$  dan  $500 C G C_q$  gacha o'zgarib tursa, ulardan tuzilgan sistemaning sig'imi qanday chegarada o'zgaradi?

(Parallelda:  $1 \cdot 10^{-8} \div 1.7 \cdot 10^{-8}$ , Ketma – ketda:  $2.23 \cdot 10^{-9} \div 3.27 \cdot 10^{-9}$ )

## 9-mavzu: Elektr maydon energiyasi (2 soat)

### 9.1 Mavzuning fizik asosi

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

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

- Yassi kondensator uchun xususiy holda:  $W = \frac{\sigma^2 S d}{2 \epsilon \epsilon_0}$
- Elektr maydon energiyasi zichligi:  $w_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2}{2}$  formula yordamida aniqlanadi.

### 1.2 Masala yechish namunalari

1. Radiusi  $1 \text{ m}$  bo'lgan shar  $\varphi = 30 \text{ kV}$  potensialgacha zaryadlangan sharning energiyasini toping.

Berilgan:  $R = 1 \text{ m}$ ,  $\varphi = 30 \text{ kV}$ ,  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F / m$ ,  $\epsilon = 1$

Topish kerak:  $W - ?$

Yechilishi: Zaryadlangan shar energiyasi uchun quyidagicha yozamiz:  $W = \frac{C \varphi^2}{2}$

(1). Bundan sharning sig'imi  $\varphi$  uchun  $C = 4 \pi \epsilon \epsilon_0 R$  (2). (2) ko'ra (1) dan

$$W = \frac{4 \pi \epsilon \epsilon_0 R \varphi^2}{2} = 2 \pi \epsilon \epsilon_0 R \varphi^2 \quad (3). \quad W = 0.05 J. \quad \text{Javobi: } W = 0.05 J$$

2. Plastinkalari orasidagi masofa havo bo'lgan yassi kondensator plastinkalarining yuzasi  $S = 0.01 \text{ m}^2$ , plastinkalar oralig'i esa  $d = 5 \text{ mm}$ . Agar

razryad vaqtida  $4.19mJ$  issiqlik ajralib chiqsa 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:  $W - ?$

Yechilishi: Zaryadlangan kondensator energiyasi  $W = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S U^2}{2d}$  (1). Razryad

vaqtida bu energiya issiqlik ajralishga sarflanadi ya'ni  $Q = W$  va  $Q = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S U^2}{d}$  (2).

Bundan  $U = \sqrt{\frac{2dQ}{\varepsilon \varepsilon_0 S}}$  (3). Hisoblasak  $U = 21.7kV$  kelib chiqadi. Javobi:  $U = 21.7kV$ .

3. Zaryadi  $20CGC_q$  bo'lgan zarzaryad maydonida  $40CGC_q$  zaryadni  $40sm$  da  $25sm$  masofagacha yaqinlashtirish uchun qancha ish bajarilishi kerak?

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

Topish kerak:  $A - ?$

Yechilishi: Zaryadlari  $q_1$  va  $q_2$  gat eng 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  $W_1 = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r_2}$  (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:  $A = 1.2 \cdot 10^{-6} J$ . Javobi:  $A = 1.2mkJJ$

### **9.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1.  $20mkF$  sigimli kondensator  $100V$  potentsialgacha zaryadlangan. Shu kondensatorning energiyasi topilsin. ( $W = 0.1J$ )

2. Kerosinga botirilgan sharning potentsiali  $4500V$  va zaryadining sirt zichligi  $3.4CGC_q / sm^2$ . Sharning 1) radiusi, 2) zaryadi, 3) sig'imi, 4) energiyasi topilsin. (1)  $R = 7 \cdot 10^{-3} m$ , 2)  $q = 7nC$ , 3)  $C = 1.55mkF$ , 4)  $W = 1.58 \cdot 10^{-5} J$ )

3.  $2sm$  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? ( $q = 2.7 \cdot 10^{-6} C$ )

4. 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 kuchi topilsin. (

1)  $P = 560V / sm$ , 2)  $d = 5mm$ , 3)  $\vartheta = 10^7 m / s$ , 4)  $W = 6.95 \cdot 10^{-7} J$ , 5)  $C = 1.77 \cdot 10^{-11} F$ , 6)  $13.9 \cdot 10^{-5} N$ )

5. Yassi kondensator plastinkalarining yuzi  $100sm^2$  va ularning oralig'i  $5mm$ . Kondensatorni razryadlaganda  $4.19 \cdot 10^{-3} J$  issiqlik ajralib chiqqan bo'lsa,

kondensator plastinkalariga qanday potentsiallar ayirmasi berilganligi aniqlansin. ( $U = 21.7kV$ )

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

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

$$(1)W_0 = \frac{\sigma^2 R^2}{2\epsilon\epsilon_0(R+x)^4} = 9.7 \cdot 10^{-2} J/m^3, 2)W_0 = \frac{\sigma^2}{8\epsilon\epsilon_0} = 1.97 J/m^3, 3)W_0 = \frac{r^2}{8\pi^2 \epsilon\epsilon_0 x^2} = 0.05 J/m^3)$$

## 10-mavzu: *Elektr toki, tok zichligi*(2 soat)

### 10.1 Mavzuning fizik asosi

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

$$I = \frac{dq}{dt}$$

Agar  $I$  o'zgarmas bo'lsa, u holda  $I = \frac{q}{t}$

- Elektr tokining zichligi  $J = \frac{q}{S}$

bunda  $S$  – o'tkazgich ko'ndalang kesim yuzasi.

- Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni

$$U = IR$$

- O'tkazgich qarshiligi:  $R = \rho \frac{l}{S}$

Bunda  $l$ -o'tkazgich uzunligi,  $\rho$ -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

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

Bunda  $\rho_0$  va  $R_0 - t = 0^\circ C$  dagi solishtirma qarshilik,  $\alpha$  -qarshilikning temperatura koeffitsiyenti.

- Zanjirning biror qismida  $I$  tokning bajargan ishi:  $A = IUt$

Bunda  $t$  -ish bajarish uchun ketgan vaqt.

- Berk zanjir uchun Om qonuni:  $I = \frac{E}{R + r}$

Bunda  $E$  - manbaning EYuK i,  $r$  -manbaning ichki qarshiligi.

- Zanjirning to'liq quvvati:  $P = EI = UI$
- Tarmoqlanuvchi zanjir uchun Kirxgofning birinchi qoidasiga ko'ra tugunga 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 algebraic yig'indisi barcha EYuK lar yig'indisiga teng

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

- Qarshiliklarni o'zaro ketma-ket ulaganda natijaviy qarshilik:  $R = \sum_{i=1}^n R_i$
- Qarshiliklarni o'zaro parallel ulaganda natijaviy qarshilik:  $\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$

### 10.2 Masala yechish namunalari

1. Tok zichligi  $30A/s^2$  bo'lganda birlik hajmdagi mis simdan har sekunda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori topilsin.  $\rho = 0.017\Omega mm^2 / m$

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

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  $Q = I^2 Rt$  (2). (2) formulaga tok zichligining  $I = jS$  ifodasini va qarshilikning  $R = \rho \frac{l}{S}$  ifodasini qo'ysak  $Q = j^2 Sl \rho t$  (3) bo'ladi. Agar  $V = Sl$  ekanligini hisobga olsak (3) dan  $Q = j^2 \rho Vt$  (4). (4) ni (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. Uzunligi 500m va diametri 2mm bo'lgan mis simdan o'tayotgan tokning kuchi 2A ga teng bo'lsa undagi kuchlanish topilsin.  $\rho = 0.017\Omega mm^2 / m$

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

Topish kerak:  $U - ?$

Yechilishi: Uzunligi  $l$  gat eng 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  $\rho$  - 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:  $5.4V$ .

3. 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  $\rho = 1\Omega mm^2 / m$

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 potensial 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  $300\Omega$  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  $\rho_n = 10^{-6}\Omega m$  ni qo'yib  $l = 21.2m$  ni topamiz.

Javobi:  $R_q = 300\Omega$   $l = 21.2m$

4. Tok kuchi  $I$ , vaqt  $t$  ga qarab  $I = 4 + 2t$  tenglama bo'yicha o'zgaradi. Bunda  $I$  amperlarda va  $t$  sekundlarda ifodalangan. O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan  $t_1 = 2s$  dan  $t_2 = 6s$  gacha vaqt oralig'ida o'tadigan elektr miqdorini toping?

Berilgan:  $t_1 = 14^{\circ}\text{C}$ ,  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 12.2\text{B}\Omega$ ,  $\alpha = 4.15 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$

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  $R_0$   $t = 0^{\circ}\text{C}$  dagi qarshilik. (2) ni

$$(1) \text{ ga bo'lsak, } \frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} \quad (3), \quad (3) \text{ dan } t_2 \text{ ni topamiz } t_2 = \frac{\frac{R_2}{R_1}(1 + \alpha t_1) - 1}{\alpha} \quad (4).$$

Masala shartidagi kattaliklarni (5) ga qo'ysak  $t_2 = 70^{\circ}\text{C}$  kelib chiqadi.

Javobi:  $t_2 = 70^{\circ}\text{C}$

### **10.3 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) Utkazgichning ko'ndalang kesimidan  $t_1 = 2\text{sek}$  dan  $t_2 = 6\text{sek}$  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'zgaras tokning kuchi qancha bo'lishi kerakligi aniqlansin. (1)  $q = 48\text{C}$ , (2)  $I = 12\text{A}$ )

2. Qarshiligi  $40\Omega$  bo'lgan pech yasash uchun, radiusi  $2,3\text{ sm}$  li chinni silindrga diametri  $1\text{ mm}$  li nixrom simdan necha qavat o'rash kerak? ( $N = 200\text{ o'ram}$ )

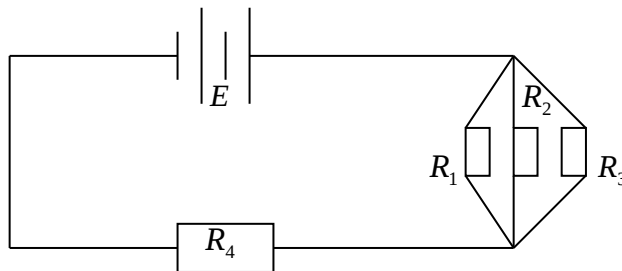
3. Elektr lampochkasi volfram ipining qarshiligi  $20^{\circ}\text{C}$  da  $35,8\Omega$  ga teng,  $120\text{V}$  kuchlapishli elektr tarmog'iga ulangan lampochka tolasidan  $0,33\text{ A}$  tok o'tsa, uning temperaturasi qancha bo'ladi? Volfram qarshiligining temperatura koeffitsienti  $4.6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$  ga teng. ( $t_2 = \frac{R_2 - R_0}{R_0 \alpha} = 2200^{\circ}\text{C}$ )

4. Mis simli g'altak chulg'aming qarshiligi  $14^{\circ}\text{C}$  da  $10\Omega$  ga teng. Tokka ulangandan keyin chulg'amning qarshiligi  $12,2\Omega$  ga teng bo'lib qoladi. Chulg'am qancha temperaturagacha qiziydi? Mis qarshiligining temperatura koeffitsienti  $6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$  ga teng. ( $t = 70^{\circ}\text{C}$  – temperaturagacha)

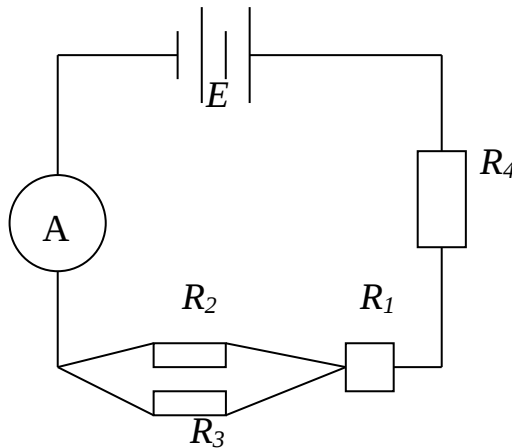
5. Elektr yurituvchi kuchi  $1,1\text{V}$ , ichki qarshiligi  $1\Omega$  bo'lgan element  $9\Omega$  li tashqi qarshilikka ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchi, 2) tashqi zanjirdagi potensialning tushishi, 3) elementning ichidagi potensialning tushishi, 4) element qanday foydali ish koeffitsienti bilan ishlashi topilsin. (1)  $I = 0.11\text{A}$ , 2)  $U_1 = 0.99\text{V}$ , 3)  $U_2 = 0.11\text{V}$ , 4)  $\eta = 0.9$ )

6. Elektr yurituvchi kuchi  $2V$  bo'lgan elementning ichki qarshiligi  $0.5\Omega$ . Zanjirdagi tok kuchi  $0.25A$  bo'lganda element ichidagi potensialning tushishi va zanjirning tashqi qarshiligi topilsin. ( $U = 0.125V, R = 7.5\Omega$ )

7. Rasmda  $EYuK$   $100V$  bo'lgan  $E$  batareya va  $R_1 = R_3 = 40\Omega, R_2 = 80\Omega$  va  $R_4 = 34\Omega$  bo'lgan qarshiliklar berilgan. 1)  $R_2$  qarshilikdan o'tuvchi tok kuchi va 2) shu qarshilikdagi potensialning tushishi topilsin. Batareya qarshiligi hisobga olinmasin. (1)  $I = 0.4A$ , 2)  $U = 32V$ )



8. 1) Rasmdagi sxemada  $E = 10V, r = 1\Omega$  va  $FIK = 0.8$  bo'lsa, ampermetr qancha tokni ko'rsatadi? 2)  $R_1$  qarshilikdagi potensialning tushishi  $4V$  ga teng va  $R_4$  qarshilikda  $2V$  ga teng bo'lganda  $R_2$  qarshilikdagi potensialning tushishi qancha bo'ladi? (1)  $I = 2A, U = 2V$ )



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

10. 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. ( $E = 4V, r = 1\Omega$ )

## 11-mavzu: *Turli muhitlarda elektr toki(2 soat)*

### 11.1 Mavzuning fizik asosi

- 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.

- 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,  $u_+$  va  $u_-$  ionlarning harakatchanligi.

### 11.2 Masala yechish namunalari

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

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

Topish kerak:  $j - ?$

Yechilishi: Dastlab misning elektrokimyoviy ekvivalentini topamiz. Buning uchun misning molyar massasi  $M = 64 \cdot 10^{-3}\text{kg/mol}$  va valentligini  $Z = 2$

ekanligini inobatga olib  $F = 96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$  ekanini bilgan holda Faradeyning

ikkinchi qonunidan  $k = \frac{1}{F} \frac{M}{n} = 0.33 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{C}}$  (1), tok zichligi  $j = \frac{I}{S}$  (2),

Faradeyning birinchi qonuni  $m = kIt$  (3). Bundan  $j = \frac{m}{kts}$  (4) kelib chiqadi,

hisoblasak,  $j = 56\text{A/m}^2$ . Javobi:  $j = 56\text{A/m}^2$ .

2. Elektroliz qilinganda  $\text{AgNO}_3$  eritmasidan 500mg kumush ajralishi uchun qancha elektr energiya sarflanishi kerak? Elektroddagi potentsiallar ayirmasi 4V ga teng.

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

Topish kerak:  $W - ?$

Yechilishi: Kumush uchun  $M = 0.11\text{kg/mol}$  va  $Z = 1$ . Ma'lumki  $W = qU$  (1),

Faradeyning birinchi qonuniga ko'ra  $m = kq$  (2), (2) dan  $q$  ni topib (1) ga

qo'ysak  $W = \frac{mU}{k}$  (3) ni hisoblasak,  $W = 1.8\text{kJ}$  bo'ladi. Javobi:  $W = 1.8\text{kJ}$ .

3. Razryad trubkasining 10sm oraliqdagi elektrodlariga 5V potentsiallar ayirmasi berilgan. Trubka ichidagi gaz ionlashib, unda  $1\text{m}^3$  hajmdagi juft ionlar soni  $10^8$  ga teng. Ionlar harakatchanligi  $u_+ = 3 \cdot 10^{-2}\text{m}^2/\text{Vsek}$  va

$u_- = 3 \cdot 10^2 \text{ m}^2 / \text{Vsek.}$  1) Trubkadagi tok zichligi va 2) musbat ionlar orqali to'la tokning qancha qismi o'tishini toping.

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

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

Yechilishi: Gazlardagi zichligi uncha katta bo'lmagan toklar uchun tok zichligi

Om qonuniga ko'ra  $j = qn(u_+ + u_-)E$  (1). Masala shartiga ko'ra

$q = e = 106 \cdot 10^{-19} \text{ C}, E = \frac{U}{d}$  ekanligidan  $j = en \frac{(u_+ + u_-)U}{d}$  (2). (2) dan hisoblansa

$j = 0.24 \cdot 10^{-6} \text{ A/m}^2$ . Masalaning ikkinchi shartini quyidagicha aniqlaymiz:

musbat ionlar zichligi uchun  $j^+ = \frac{enu^+U}{d}$ , ushbu ifodaga ko'ra

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

### **11.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. Mis xlorning suvdagi eritmasi ( $\text{CuCl}_2$ ) 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.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  eritmasidan elektroliz usuli bilan alyuminiy olishda eritilgan kriolitdan, elektrolitlardagi potentsiallar ayirmasi 5V bo'lganda,  $2 \cdot 10^4 \text{ A}$  tok o'tgan. 1)  $10^3 \text{ kg}$  alyuminiy ajralishi uchun ketgan vaqt, 2) bunga qancha elektr energiyasi sarflanganligi topilsin.(1)149soat,2)  $1.49 \cdot 10^4 \text{ kVtsoat}$ )
4. Yuzi  $25\text{sm}^2$  bo'lgan mis plastinka mis kuporosini elektroliz qilishda katodlik vazifasini bajaradi. Bir oz vaqt zichligi  $0.02 \text{ A/sm}^2$  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 qalinligi topilsin. (1)10min,2)  $4.6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ )
5. Uzunligi 3sm va ko'ndalang kesimining yuzi  $10\text{sm}^2$  bo'lgan naycha  $1\text{m}^3$  dagi tarkibda  $0.1\text{kmol}$   $\text{CuSO}_4$  bo'lgan eritma bilan to'ldirilgan. Eritma qarshiligi  $38\Omega$ . Eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi topilsin.(92%)
6.  $\text{AgNO}_3$  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 ko'rsatadi)

7.  $AgNO_3$  va  $CuSO_4$  eritmasi solingan ikkita elektrolitik vanna o'zaro ketma-ket ulangan. 180mg kumush ajratishga ketgan vaqt ichida qancha mis ajraladi? ( 53mg )
8. Uzunligi 84sm va ko'ndalang kesimining yuzi  $5mm^2$  bo'lgan naycha 0.1N konsentratsiyali  $AgNO_3$  eritmasi bilan to'ldirilgan. Agar  $AgNO_3$  hamma molekulasining 81 foizi dissosiasiyalansa, eritmaning qarshiligi topilsin. (  $R = 5.2 \cdot 10^5 \Omega$  )
9. Uzunligi 84sm va ko'ndalang kesimining yuzi  $5mm^2$  bo'lgan trubka, har bir  $sm^3$  muvozanat holda  $10^7$  juft ionli ionlashtirilgan havo bilan to'ldirilgan. Ionlarning harakatchanligi  $u_+ = 1.3 \cdot 10^{-4} m^2 / Vsek$  va  $u_- = 1.8 \cdot 10^{-4} m^2 / Vsek$  bo'lgandagi trubkaning qarshiligi topilsin. Ionlar bir valentli deb hisoblansin. (  $R = 3.4 \cdot 10^{14} \Omega$  )
10. Elektron eng kam qanday tezlik bilan harakatlanganda vodorod atomini ionlashtira oladi. Vodorod atomining ionizatsiya potentsiali 13.5V. (  $\vartheta = 2.2 \cdot 10^6 m / sek$  )

## 12-mavzu: Magnit maydon kuchlanganligi(2 soat)

### 12.1 Mavzuning fizik asosi

- 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:

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

bunda  $\alpha$  -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:

$$H = \frac{I}{2R}$$

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

$$H = \frac{I}{2\pi a}$$

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

$$H = In$$

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

$$H = \frac{R^2 I}{\sqrt{2(R^2 + a^2)^3}}$$

### **12.2 Masala yechish namunalari**

1. 1A 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:  $H = 50\text{A/m}$ .

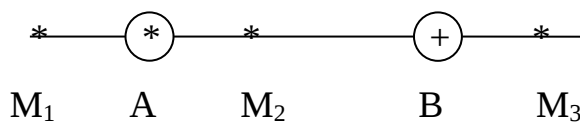
2. 5A tok o'tayotgan cheksiz uzun o'tkazgichdan 2sm uzoqlikdagi nuqtada magnit maydonning kuchlanganligini toping?

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 magnit maydon kuchlanganligi  $H = \frac{I}{2\pi R}$  ga teng ekanligidan hisoblansa  $H = 40 \frac{A}{m}$  kelib chiqadi. Javobi:  $H = 40 \frac{A}{m}$ .

3. Rasmda tokli cheksiz uzunlikdagi ikkita to'g'ri o'tkazgichning kesimi tasvirlangan. O'tkazgichlar  $AB$  oralig'i  $10sm, I_1 = 20A, I_2 = 30A, AB = 10sm, M_1A = 2sm, AM_2 = 4sm, BM_3 = 3sm$ .  $I_1$  va  $I_2$  toklarning  $M_1, M_2$  va  $M_3$  nuqtalarda hosil qilgan magnit maydon kuchlanganliklarini toping.



Berilgan:  $I_1 = 20A, I_2 = 30A, AB = 10sm, M_1A = 2sm, AM_2 = 4sm, BM_3 = 3sm$

Topish kerak:  $H_{M_1} - ?, H_{M_2} - ?, H_{M_3} - ?$

Yechilishi: Bizga ma'lumki, cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgichning undan biror masofada hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi  $H = \frac{I}{2\pi a}$ . Shunga ko'ra dastlab  $I_1$  tokning  $M_1$  no'qtada hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligini hisoblaymiz,  $a = M_1A$  bo'lganligi uchun  $H_{M_1}^{I_1} = \frac{I_1}{2\pi M_1A} = 160 \frac{A}{m}$ . Xuddi shu nuqtada  $I_2$  tokning hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligini  $a = M_1A + AB$  ekanligidan hisoblaymiz:  $H_{M_1}^{I_2} = \frac{I_2}{2\pi(M_1A + AB)} = 40 \frac{A}{m}$ .  $M_1$  no'qtadagi natijaviy magnit maydon kuchlanganligining maydon superpozitsiya prinsipiga asosan ishorasini parma qoidasini qo'llagan holda topamiz:  $H_{M_1} = H_{M_1}^{I_1} - H_{M_1}^{I_2} = 120A/m$ .

Xuddi shunday  $M_2$  noqta uchun  $H_{M_2}$  ni topamiz.  $I_1$  tokning  $M_2$  no'qtadagi magnit maydon kuchlanganligi, agar  $a = AM_2$  ekanini nazarda tutsak  $H_{M_2}^{I_1} = \frac{I_1}{2\pi AM_2} = 79.6 \frac{A}{m}$ .  $I_2$  tokning  $M_2$  no'qtada hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligini topish uchun  $a$  o'rniga  $AB - M_2A$  ni qo'yamiz va hisoblaymiz:

$H_{M_2}^{I_2} = \frac{I_2}{2\pi(AB - M_2A)} = 79.6 \frac{A}{m}$ . Natijaviy magnit maydon kuchlanganligi esa  $M_2$

no'qtada  $H_{M_2} = H_{M_2}^{I_1} - H_{M_2}^{I_2} = 159A/m$ . Va nihoyat  $M_3$  no'qtadagi natijaviy magnit maydon kuchlanganligini ham shu yo'l bilan hisoblash qiyin emas.  $I_1$  tokning  $M_3$  no'qtadagi magnit maydon kuchlanganligi,  $a = AB + BM_3$

bo'lganligidan  $H_{M_3}^{I_2} = \frac{I_1}{2\pi(AB + BM_3)} = 24.5 \frac{A}{m}$ .  $I_2$  tokning  $M_3$  no'qtada hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi esa  $a = BM_3$  uchun  $H_{M_3}^{I_2} = \frac{I_2}{2\pi BM_3} = 160 \frac{A}{m}$ .  $M_3$  no'qta uchun natijaviy magnit maydon kuchlanganligi esa  $H_{M_1} = H_{M_3}^{I_2} - H_{M_3}^{I_1} = 135 A/m$ .

Javobi:  $H_{M_1} = 120 A/m$ ,  $H_{M_2} = 159 A/m$ ,  $H_{M_3} = 135 A/m$ .

### **12.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. Ikkita to'g'ri uzun o'tkazgich bir-biridan 10sm uzoqlikda joylashgan. O'tkazgichlardan qarama-qarshi yo'nalishda  $I_1 = I_2 = 5A$  tok o'tmoqda. Har bir o'tkazgichdan 10sm narida turgan nuqtadagi magnit maydon kuchlanganligining qiymati va yo'nalishi topilsin. ( $H = 8 A/m$  Magnit maydon kuchlanganligi ikkala sim orqali o'tuvchi tekislikka perpendikulyar yo'nalgan)
2. 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  $H_2 = 0.2e.1e = \frac{1}{4\pi} 10^{-3} A/m$ . ( $r = 0.08m$ )
3. Tokli to'g'ri o'tkazgichning  $AB$  kesmasi o'rtasiga o'tkazilgan perpendikulyarda  $AB$  kesmadan 5sm uzoqlikda turgan  $C$  nuqtadagi tokli o'tkazgich hosil qilgan magnit maydonining kuchlanganligi hisoblansin.

O'tkazgichdan 20A tok o'tadi. AB kesma C nuqtadan  $60^\circ$  burchak ostida ko'rinadi. ( $H = 31.8A/m$ )

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

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

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

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

8. 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? ( $r = 8sm$ )

9. 30sm uzunlikdagi g'altak 1000 o'ramdan iborat. G'altakdan o'tayotgan tok 2A gat eng bo'lsa, g'altak ichidagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. G'altak diametrini uning uzunligiga nisbatan kichik deb hisoblansin. ( $H = 6670A/m$ )

10. 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 2sm va ulardan o'tayotgan tok  $I_1 = I_2 = 5A$ . Shu o'ramlar markazidagi magnit maydon kuchlanganligi topilsin. ( $H = 177/m$ )

### 13-mavzu: Magnit maydon energiyasi(2 soat)

#### 13.1 Mavzuning fizik asosi

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

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

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

$$W = W_e + W_m$$

### **13.2 Masala yechish namunalari**

1. O'ramlar soni 1000 bo'lgan solenoiddan 1A tok o'tganda  $0.1 \cdot 10^{-3}$  Vb amgnit oqimi vujudga kelgan bo'lsa undagi magnit maydon energiya zichligini toping.

Berilgan:  $N = 1000, I = 1A, F = 0.1 \cdot 10^{-3} Vb$

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  $F = BS$  (3) dan  $W = \frac{INF}{2}$  kelib chiqadi. Javobi: 0.05J.

2. Kichik diametrli va 30 sm uzunlikdagi solenoid ichida magnit maydon energiyasining hajmiy zichligi  $1.75 J/m^3$  ga teng bo'lishi uchun amper o'ramlar soni qancha bo'lishi kerak?

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

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

$IN = l \sqrt{\frac{2W}{\mu\mu_0}}$  bo'ladi va hisoblashlar natijasida  $500A \cdot o'ram$  degan javobga ega

bo'lamiz. Javobi:  $IN = 500A \cdot o'ram$ .

### **13.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. Ikkita to'g'ri o'tkazgich bir-biridan 10sm 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?

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

2. Ikkita 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. ( $I_1 = I_2 = 20A$ )

3. Induktivligi  $0.001\text{Gn}$  bo'lgan bir qavatli g'altakdagi sim chulg'aminin o'ramlar soni qancha? G'altakning diametri  $4\text{sm}$ , simning diametri  $0.6\text{mm}$ , o'ramlari zich joylashgan. ( $N=380\text{o'ram}$ )
4. Uzunligi  $50\text{sm}$  va ko'ndalang kesimining yuzi  $2\text{sm}^2$  bo'lgan solenoid  $2*10^{-7}\text{Gn}$  induktivlikka ega. Solenoid ichidagi magnit maydonining energiyasining hajm zichligi  $10^{-3}\text{J/m}^3$  bo'lishi uchun solenoiddan qancha tok o'tishi kerak? ( $I=1\text{A}$  bo'lganda)
5.  $I=1\text{A}$  tok o'tganda induktivligi  $L=0.001\text{Gn}$  bo'lgan g'altakni kesib o'tuvchi magnet oqimi  $F=200\text{mks}$  bo'lsa, g'altakdagi o'ramlar soni qancha bo'ladi? ( $N=500$ )
6. Uzunligi  $120\text{sm}$  va kondalang kesimining yuzi  $3\text{sm}^2$  bo'lgan temir o'zakli solenoidda  $42000\text{mkc}$  magnit oqimi hosil qilish uchun undagi amper-oramlar soni qancha bo'lishi kerak?  $1\text{mks}=10^{-8}\text{Vb}$ . ( $955\text{amper}-\text{o'ram}$ )
7. Ko'ndalang kesimining yuzi  $1\text{mm}^2$  bo'lgan alyuminiy sim magnit meridianiga tik bo'lgan gorizontall tekislikka osilgan va u orqali (g'arbdan sharqqa)  $1.6\text{A}$  tok o'tmoqda. 1) Yer magnit maydonining simga ta'sir qiluvchi kuchi sim og'irligining qancha qismini tashkil qiladi? 2) Shu kuch ta'sirida  $1\text{m}$  simning og'irligi qanchaga kamayadi? Yer magnit maydonining gorizontall tashkil etuvchisi  $0.2\text{e}$ . ( $1)0.125\%, 2)3.2*10^{-5}\text{N}$ )
8. Kuchlanganligi  $H=8*10^3\text{A/m}$  bo'lgan magnit maydoni bilan kuchlanganligi  $E=10\text{V/m}$  bo'lgan elektr maydoni bir xil yo'nalgan. Elektron  $\vartheta=10^5\text{m/s}$  tezlik bilan shu magnit maydonga uchib kiradi. Quyidagi holler uchun elektronning normal, tangensial va to'la tezlanishlari topilsin: 1) elektronning tezligi maydon kuch chiziqlariga parallel yo'nalgan, 2) elektronning tezligi kuch chiziqlariga tik yo'nalgan. (

$$1) a_n = 0, a_t = \frac{eE}{m} = 1.76*10^{14}\text{m/s}^2, 2) a_t = 0, a_n = \sqrt{\left(\frac{e\vartheta B}{m}\right)^2 + \left(\frac{eE}{m}\right)^2} = 2.5*10^{14}\text{m/s}^2)$$

## 14-mavzu: Elektromagnit induksiya hodisasi(4 soat)

### 14.1 Mavzuning fizik asosi

- Magnit maydon induksiyasi magnit maydon kuchlanganligi bilan quyidagicha bog'langan:

$$B = \mu\mu_0 H$$

bunda  $\mu_0 = 12.56*10^{-7}\frac{\text{Gn}}{\text{m}}$  -magnit doimiysi,  $\mu = \frac{B}{B_0}$  -nisbiy magnit

singdiruvchanlik,  $B_0$  -vakuumdagi mahit maydon induksiyasi.

- Bir jinsli ( $B = \text{const}$ ) magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi Amper kuchi

$$F_A = BIl \sin \alpha$$

bunda  $l$  - o'tkazgich uzunligi  $\alpha$  - o'tkazgich bilan magnit kuch chiziqlari orasidagi burchak.

- Bir jinsli ( $B = \text{const}$ ) magnit maydonda harakatlanayotgan zaryadli zarrachaga ta'sir qiluvchi Lorens kuchi

$$F_L = Bq\mathcal{V} \sin \alpha$$

bunda  $\mathcal{V}$  - zarrachaning tezligi,  $\alpha$  esa  $\mathcal{V}$  bilan  $B$  orasidagi burchak.

- Berilgan sirt orqali o'tayotgan magnit induksiya oqimi

$$F = BS \cos \alpha$$

bunda  $S$  - sirt yuzasi,  $\alpha$  - sirtga tushirilgan normal bilan magnit induksiyasi orasidagi burchak.

- Induksiyasi  $B$  bo'lgan magnit maydondagi tokli yopiq konturga ta'sir qiluvchi juft kuchning aylantiruvchi momenti

$$M = IBS \sin \alpha$$

bunda  $S$  - kontur yuzasi,  $\alpha$  - kontur yuzasiga tushirilgan normal bilan magnit induksiya  $B$  orasidagi burchak.  $P_m = IS$  ko'paytma esa konturning magnit momenti deyiladi.

- Solenoidning magnit oqimi:  $F = \frac{\mu\mu_0 INS}{l}$
- Agar magnit maydon bir jinsli bo'lmasa yoki magnit maydon o'zgaruvchan bo'lsa u holda bunday oqim kontur yuzasini kesib o'tganda konturda induksion EYuK yuzaga keladi va u quyidagiga teng

$$E = -\frac{dF}{dt}$$

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

$$E = -L \frac{dI}{dt}$$

$L$  -kontur induktivligi.

- Solenoid induktivligi:  $L = \mu\mu_0 n^2 l S$

$n$  -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  $E = Blv \sin \alpha$ , aylanma ramkada hosil bo'lgan induksion EYuK esa  $E = \omega B S \sin \omega t$ , bu yerda  $S$  -kontur yuzasi,  $\omega$  -ramkaning ko'ndalang kesimi.
- Magnit oqimining o'zgarishi qo'shni konturdagi tok kuchining o'zgarishiga ham sabab bo'ladi bu o'zinduksiya hodisasi deyiladi.

$$E = -L_{12} \frac{dI}{dt}$$

- O'zaro induksiyaga ko'ra tok uzilganda tokning kamayishi uchun:

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

- EYuK ulanganda esa, tok kuchi quyidagi qonun bo'yicha ortib boradi:

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

- Tokli kontur magnit maydon energiyasi

$$W = \frac{LI^2}{2}$$

### **14.2 Masala yechish namunalari**

1. Induksiya  $0.05 \text{ T}$  bo'lgan magnit maydonda uzunligi  $1 \text{ m}$  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:  $B = 0.05 \text{ T}, l = 1 \text{ m}$

Topish kerak:  $F = ?$

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

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 70A 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  $\alpha$  o'tkazgich uzunligi  $l$  bilan magnit induksiyasi  $B$  orasidagi burchak bo'lib u  $90^\circ$  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:  $\vartheta_1 = \vartheta_2$

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

Yechilishi: Magnit maydoni tomonidan elektron va protonga Lorens kuchi ta'sir qiladi:  $F_1 = F_2 = qB\vartheta$  (1) chunki bir jinsli ( $B = \text{const}$ ) magnit maydonda elektron va proton bir xil tezlikda harakatlanganligi uchun ya'ni  $\vartheta_1 = \vartheta_2$  bo'lganligi uchun  $F_1 = F_2$  kelib chiqadi, o'z navbatida zarralar quyidagi bir xil

tezlanish bilan harakatlanadi  $a = \frac{F}{m} = \frac{qB\vartheta}{m}$  (2). Agar  $a = \frac{\vartheta^2}{R}$  ekanligini

inobatga olsak  $\frac{qB\vartheta}{m} = \frac{\vartheta^2}{R}$  kelib chiqadi bundan  $R_2 = \frac{m_e \vartheta}{q_e B}$  -elektron uchun,

$R_1 = \frac{m_p \vartheta}{q_p B}$ , ikalasini nisbatidan hisonlasak,  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_p}{m_e} = 1840$ . Javobi: 1840 marta.

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

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

Topish kerak:  $P - ?$

Yechilishi: Konturning magnet momenti  $P = IS$  (1), buni solenoidga qo'llasak

$P = INS$  (2), solenoid uchun magnit oqimi esa  $F = \frac{\mu\mu_0 INS}{l}$  (3). Bundan (2) ga

ko'ra  $F = \frac{\mu\mu_0 P}{l}$ , yoki  $P = \frac{Fl}{\mu\mu_0}$  ni hisoblasak  $P = 1\text{m}^2 \text{A}$ . Javobi:  $P = 1\text{m}^2 \text{A}$

5. Induksiyasi 1T bo'lgan magnit maydoniga yuzi  $0.01\text{m}^2$  bo'lgan doiraviy sim joylashtirilgan. O'ram tekisligi magnit maydoniga tik. Maydon 0.01 sek uzib qo'yilsa, o'ramda hosil bo'lgan EYuK ning o'rtacha qiymatini toping.

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

Topish kerak:  $\bar{E} - ?$

Yechilishi: Faradeyning elektromagnit induksiya qonuniga ko'ra  $E = -\frac{dF}{dt}$  (1), bu yerda  $dF = SdB$  (2), masala shartiga ko'ra  $B$  kattalik 1Tl dan 0 gacha o'zgaradi va  $\Delta B = -1T$ . Shunga ko'ra  $E = -\frac{SdB}{dt}$  (3). (3) ni hisoblanadi.

Javobi:  $\bar{E} = 1V$ .

6. O'ramlari soni 400 bo'lgan g'altakning uzunligi 20sm va ko'ndalang kesimi  $9\text{sm}^2$ . 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

$L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l} S$  va javobi:  $L_1 = 0.9\text{mHn}$ ,  $L_2 = 0.36\text{Hn}$ .

7. Induktivligi  $0.2\text{Hn}$  va qarshiligi  $1.64\Omega$  bo'lgan g'altak berilgan. EYuK ni uzib g'altak qisqa tutashtirilganda  $0.05\text{s}$  o'tgach g'altakdagi tok kuchi necha marta kamayadi?

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

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

### **14.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:**

1. O'zaksiz solenoiddagi magnit induksiyasining oqimi  $5 \cdot 10^{-6}\text{Vb}$ . Solenoidning uzunligi 25sm bo'lganda, shu solenoidning magnit momenti topilsin. ( $p = 1\text{m}^2\text{A}$ )
2. Doiraviy kontur tekisligi magnit maydoniga, maydon kuch chiziqlari bilan  $90^\circ$  burchak hosil qiladigan qilib o'rnatilgan. Magnit maydonining kuchlanganligi  $2000\text{e}$ . Konturning radiusi 2sm bo'lib, undan 2A tok o'tadi. O'tkazgichning harakat tezligi  $20\text{sm/sek}$  va magnit maydoni yo'nalishiga tik yo'nalgan. 1) O'tkazgich 10 sek davomida harakat qilgandagi bajargan ishi va 2) shu harakatga sarflangan quvvat topilsin. (1)  $A = 0.2\text{J}$ , 2)  $P = 2 \cdot 10^{-2}\text{Vt}$ )

3. Kvadrat ramka simga shunday osilganki, magnit maydonining kuch chiziqlari ramka tekisligiga o'tkazilgan normal bilan  $90^\circ$  burchak tashkil qiladi. Ramkaning tomonlari 1sm. Maydonning magnit induksiyasi  $1.37 \cdot 10^2 Tl$ . Ramka bo'ylab  $I = 1A$  tok o'tganda, u  $1^\circ$  burchakka buriladi. Simning siljish moduli topilsin. Simning uzunligi 10sm, ipning radiusi 0.1mm. ( $5 \cdot 10^{10} N/m^2$ )
4. 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? ( $4 \cdot 10^{-16} N$ )
5. Elektron magnit maydoniga uning kuch vhezizqlariga tik uchib kiradi. Elektronning tezligi  $\vartheta = 4 \cdot 10^7 m/s$ . Magnit maydonining induksiyasi  $10^{-3} Tl$ . Magnit maydonida elektronning normal va tangensial tezlanishi qanchaga teng bo'ladi? ( $a_t = 0, a_n = const = 7 \cdot 10^{15} m/s^2$ )
6. Zaryadli zarracha aylana bo'yicha  $10^6 m/s$  tezlik bilan magnit maydonida harakat qiladi. Magnit maydonining induksiyasi  $0.3 Tl$ . Aylananing radiusi 4sm. Zarrachaning energiyasi 12keV ga teng bo'lganda uning zaryadi topilsin. ( $q = 3.2 \cdot 10^{19} C$ )
7.  $U = 3000V$  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 25sm. Solenoid magnit maydonidagi elektron vintsimon trayektoriyasining qadami topilsin. ( $l = 3.94 sm$ )
8. Induksiyasi  $0.1 Tl$  bo'lgan bir jinsli magnit maydonda 10sm uzunlikdagi o'tkazgich maydoniga tik yo'nalishda  $15 m/s$  tezlik bilan harakat qiladi. O'tkazgichdagi induksiyalangan EYuK topilsin. ( $E = -Bl\vartheta = -0.15V$ )
9. Diametri 10sm bo'lgan 500 o'ramli g'altak magnit maydonida turibdi. Magnit maydonining induksiyasi 0.1sek davomida 0 dan  $2Vb/m^2$  gacha ko'payganda g'altakdagi induksiya EYuK ning o'rtacha qiymati qancha bo'ladi? ( $E_{o'rt} = 78.5V$ )
10. Uzunligi 20sm 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 0.001sek davomida uzilsa, kiygizilgan o'ramda o'rtacha qancha EYuK induksiyalanadi? ( $E_{o'rt} = 0.018V$ )
11. Uzunligi 144sm 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 0.002sek davomida uzilsa, kiygizilgan o'ramda qancha EYuK induksiyalanadi? ( $E_{o'rt} = 1.57V$ )
12. Uzunligi 20sm 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. (1)  $L = 7.1 \cdot 10^{-4} Gn$ , 2)  $F = 3.55 \cdot 10^{-6} Vb$ )
13. Ikkita g'altak bitta umumiy o'zakka o'ralgan. Birinchi g'altakning induktivligi  $0.2 Gn$ , ikkinchisniki esa  $0.8 Gn$ . Ikkinchi g'altakning qarshiligi  $600 \Omega$ . Birinchi g'altakdan o'tayotgan 0.3A tokni 0.001 sekund ichida uzib qo'yilsa, ikkinchi g'altakdan qancha tok o'tadi? ( $I_2 = \frac{L_{12}\Delta I}{R\Delta t} = \frac{\sqrt{L_1 L_2} \Delta I}{R\Delta t} = 0.2A$ )

14. Induksiyasi  $0.2 \text{ Vb/m}^2$  bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga radiusi  $2 \text{ m}$  bo'lgan doiraviy kontur joylashtirilgan. Kontur tekisligi magnit maydoniga tik bo'lib, qarshiligi  $1 \Omega$ . G'altak  $90^\circ$  ga burilganda undan qancha elektr miqdori o'tadi? ( $q = 2.5 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ )
15. G'altakning qarshiligi  $R = 10 \Omega$  va induktivligi  $L = 0.144 \text{ Gn}$ . G'altak ulangandan qancha vaqt o'tgach, undagi tok kuchi oldingi belgilangan tokning yarmiga teng bo'ladi? ( $0.01 \text{ sek}$  dan keyin)
16. Induktivligi  $0.021 \text{ Gn}$  bo'lgan g'altak orqali  $I = I_0 \sin \omega t$  qonuni bo'yicha vaqtga bog'liq holda o'zgaradigan tok o'tadi, bunda  $I_0 = 5 \text{ A}$ ,  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ,  $T = 0.02 \text{ s}$ . 1) G'altakda hosil bo'ladigan *EYuK* va 2) g'altak magnit maydonining vaqtga bog'lanishi topilsin. ( $E = -33 \cos 100\pi \text{ V}$ )
17. Ikkita g'altakning o'zaro induktivligi  $0.005 \text{ Gn}$  ga teng. Birinchi g'altakdagi tok  $I = I_0 \sin \omega t$  qonuni bo'yicha o'zgaradi, bunda  $I_0 = 10 \text{ A}$ ,  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ,  $T = 0.02 \text{ s}$ . 1) Ikkinchi g'altakning induksiyalangan *EYuK* ning vaqtga bog'lanish tenglamasi tuzilsin. 2) Bu *EYuK* ning eng katta qiymati topilsin. (1)  $E = 1.57 \cos 100\pi$ , 2)  $E_{\max} = 1.57 \text{ V}$ )
18. Magnit maydonda joylashgan Vilson kamerasida olingan fotografiyada elektronning trayektoriyasi  $10 \text{ m}$  radiusli aylana yoyini ko'rsatadi. Magnit maydonining induksiyasi  $10 \text{ mT}$ . Elektron energiyasini elektron voltlarda hisoblansin. ( $W = 88 \text{ keV}$ )
19. Toroid temir o'zagining uzunligi  $l_2 = 1 \text{ m}$ , havo bo'shlig'ining uzunligi  $l_1 = 3 \text{ mm}$ . Toroid o'ramlarining soni  $N = 2000$ . Cho'lg'amlardan  $I = 1 \text{ A}$  tok o'tganda havo bo'shlig'idan magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. ( $H_1 = \frac{B_1}{\mu_0 \mu_1} = 6.2 \cdot 10^5 \text{ A/m}$ )
20. Toroid temir o'zagining uzunligi  $2 \text{ mm}$ . 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? ( $1.9 \text{ marta}$ )
- Toroidning magnit maydon induksiyasi oqimi:  $F = \frac{INS\mu\mu_0}{l}$ , havoli bo'shliq bo'lsa,

$$F = \frac{INS}{\frac{l_1}{\mu_0 \mu_1} + \frac{l_2}{\mu_0 \mu_1}}, \quad l_1 - \text{havoli bo'shliq uzunligi}, \quad l_2 - \text{temir o'zak uzunligi}.$$

## 15-mavzu: O'zgaruvchan tok (2 soat)

### 15.1 Mavzuning fizik asosi

- O'zgaruvchan tok uchun Om qonuni:

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{Z}$$

$I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ ,  $U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$ ,  $U_0$  va  $I_0$  tok kuchi va kuchlanishning maksimal qiymatlari

- Zanjirning to'la qarshiligi quyidagiga teng:

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

$R$  – aktiv qarshilik,  $R_L$  – induktiv qarshilik,  $R_C$  – sig'im qarshilik.

- Kuchlanish va tok kuchi orasidagi faza siljishi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R_L - R_C}{R}$$

- O'zgaruvchan tok quvvati:

$$P = U_{ef} I_{ef} \cos \varphi$$

### **15.2 Masala yechish namunalari**

1.  $10\Omega$  aktiv qarshilikli va  $L$  induktivlikli g'altak  $127V$  kuchlanishli va  $50Gs$  chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. G'altak  $400Wt$  quvvat iste'mol qiladi, kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi  $60^\circ$ , g'altak induktivligini toping.

Berilgan:

Formulasi:

Yechilishi:

$$R = 10\Omega$$

$$U = 127V$$

$$\nu = 50Gs$$

$$P = 400Wt$$

$$\varphi = 60^\circ$$

$$L = ?$$

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

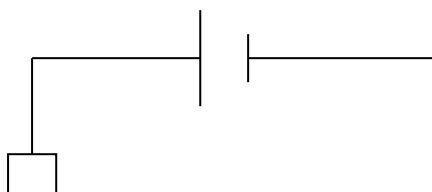
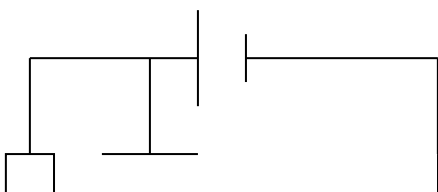
$$Z = \frac{U^2}{P} \cos \varphi$$

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

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

Javobi:  $L=0.055Hn$ .

2.  $1mkF$  sig'imli kondensator va  $3000\Omega$  aktiv qarshilikli reostat,  $50Gs$  chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. Reostat induktivligi juda oz. Kondensator va rheostat ketma-ket, parallel ulangan hollar uchun to'la qarshilikni toping.



+ E -

+ E -

R

R

C

C

Berilgan:

Formulasi:

Yechilishi:

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

$$R = 300\Omega$$

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

$$Z = ?$$

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

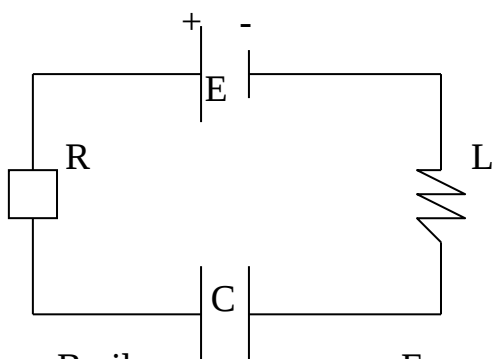
$$\frac{1}{Z_2} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R_C^2}}$$

$$Z_1 = 438\Omega$$

$$Z_2 = 218\Omega$$

Javobi:  $Z_1 = 438\Omega, Z_2 = 218\Omega$ .

3. 220V kuchlanishli va 50Gs chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga 35.4mkF sig'inli kondensator, 100Ω aktiv qarshilik va 0.7Hn induktivlik ketma-ket ulangan. Zanjirdagi tok kuchi hamda sig'im qarshilik, aktiv va induktiv qarshiliklarga kuchlanish tushuvlarini toping.



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

Berilgan:

Formulasi:

Yechilishi:

$$U = 220\text{V}$$

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

$$C = 35.4\text{mkF}$$

$$R = 100\Omega$$

$$L = 0.7\text{Gn}$$

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

$$U_C = ?, U_L = ?$$

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

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

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

$$U_C = IR_C$$

$$U_L = IR_L$$

$$I = 1.34\text{A}$$

$$U_C = 12\text{V}$$

$$U_R = 134\text{V}$$

$$U_L = 295\text{V}$$

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

### 15.3 Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Uzunligi  $l = 50\text{sm}$  va ko'ndalang kesimining yuzi  $S = 10\text{sm}^2$  bo'lgan g'altak  $\nu = 50\text{Gs}$  chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. G'altakning o'ramlar soni

- $N = 3000$ . Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi  $60^\circ$  bo'lsa, g'altakning aktiv qarshiligini toping. ( $R = 4.1\Omega$ )
2. G'alakning cho'lg'ami ko'ndalang kesimi yuzi  $1\text{mm}^2$  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? (300Gs)
3.  $C_1 = 0.2\text{mkF}$  va  $C_2 = 0.1\text{mkF}$  sig'imli ikki kondensator 220V kuchlanishli 50Gs chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma-ket ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchini, 2) birinchi va ikkinchi kondensatordagi potensialning tushishini toping. ( $I = 4.6\text{mA}$ ,  $U_1 = 73.4\text{V}$ ,  $U_2 = 146.6\text{V}$ )
4. Uzunligi 25 sm va 5 sm radiusli g'altak chulg'ami ko'ndalang kesimi yuzi  $1\text{mm}^2$  bo'lgan 1000 o'ram simdan iborat. G'altak 50Gs chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. 1) Aktiv qarshilik va 2) induktiv qarshilik g'altakning to'la qarshiligining qancha qismini tashkil qiladi? (74%, 68%)
5.  $20\text{mkF}$  sig'imli kondensator va  $130\Omega$  aktiv qarshilikka ega rheostat 50Gs 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%)
6. Kondensator bilan elektr lampochka 440V kuchlanishli va 50Gs 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? ( $C = 3.74\text{mkF}$ )
7.  $\nu = 50\text{Gs}$  chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga  $L = 2.26 \cdot 10^{-2}\text{Gn}$  induktivlik va  $R$  aktiv qarshilik ketma-ket ulangan. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi  $60^\circ$ ,  $R$  ning kattaligini toping. ( $R = 12.3\Omega$ )
8.  $R$  aktiv qarshilik va  $L$  induktivlik 127V kuchlanishli va 50Gs chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga parallel ulangan. Zanjir 404Vt quvvatni iste'mol qiladi hamda kuchlanish vat ok kuchi orasidagi fazalar siljishi  $60^\circ$ ,  $R$  aktiv qarshilik bilan  $L$  induktivlikni toping. ( $R = 40\Omega$ )
9. 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. ( $U_R = 156\text{V}$ )

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Савельев И. В. Курс физики. М.: Наука 1989 т. 1

2. Савельев И. В. Курс физики. М.: Наука 1989 т. 2
3. Савельев И. В. Курс физики. М.: Наука 1989 т. 3
4. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике. М.: АСТ. Астрель. 2005г.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Высшая школа 1999г.
6. Abduraxmanov K.P., Tigay O.E., Xamidov V.S. Fizika fanidan mashq uchun savol va masalalar majmu'asi.
7. В. С. Bolkenshteyn. Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami. Т. О'qituvchi 1969у.