

H. TOJIMUHAMEDOV

**ORGANIK BIRIKMALARNING  
TUZILISHI VA REAKSIYAGA  
KIRISHISH QOBILIYATI**



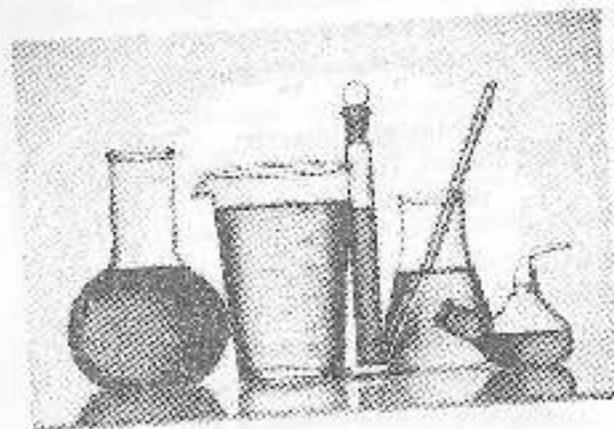
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

H.S. Tojimuhamedov

# ORGANIK BIRIKMALARNING TUZILISHI VA REAKSIYAGA KIRISHISH QOBILİYATI

*Universitetlarning magistratura talabulari uchun o'quv qo'llamasi  
Ikkinchi to'ldirilgan nashri*



Toshkent  
"GO TO PRINT"  
2020

UO'K: 547(075.8)

KBK: 24.239

T 60

Tojimuhamedov, H.S.

**Organik birikmalarning tuzilishi va reaksiyaga kirishish qobiliyati** [Matn]: o'quv qo'llanma / H.S. Tojimuhamedov. – Toshkent: «Go To Print», 2020. – 280 b.

*O'quv qo'llanmada organik birikmalar tabiatining zamonaviy ta'rif, molekuladagi atomlarning sifat va miqdor jihatidan o'zaro ta'siri hamda bu ta'sirning modda xossalari aks etishi, organik birikmalarning kislotali va asosli xossalari, organik reaksiyalarning mexanizmlari to'g'risidagi materiallar sodda va tushunarli tarzda bayon qilingan.*

*O'quv qo'llanma Respublika universitetlari kimyo fakulteti magistratura talabalariga mo'ljallangan. Qo'llanmadan kimyoni chuqur o'rganuvchi yuqori sinf o'quvchilari, yosh o'qituvchilar va ilmiy tadqiqotchilar ham foydalanishlari mumkin.*

**Mas'ul muharrir:**

Kimyo fanlari doktori, Toshkent Farmatsevtika instituti  
professori A.Karimov.

**Taqrizchilar:**

Kimyo fanlari doktori, O'zbekiston milliy universiteti  
professori Abdug'afurov I.A.,  
O'zRFA o'simlik moddalari kimyosi instituti  
professori, k.f.d. Sodiqov T.S.

UO'K: 547(075.8)

KBK: 24.239

ISBN 978-9943-6884-3-8

© H.S.Tojimuhamedov

© «Go To Print», 2020

*O'zbekiston Milliy universitetining  
100 yilligiga bag'ishlanadi*

**SO'ZBOSHI**

Organik birikmalarning tuzilish bilan ularning reaksiyaga kirishish qobiliyati o'rtasidagi bog'lanish bir tomondan molekulaning tarkibi, kimyoviy, elektron, fazoviy tuzilishi, undagi atomlarning o'zaro ta'siri, kislotali, asosli, amfoter xossalari to'g'risidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olsa, ikkinchi tomondan organik reaksiyalarning mexanizmlari to'g'risidagi tushunchalarni o'z ichiga oladi.

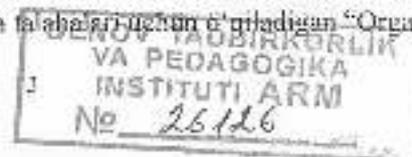
O'quvchiga taqdim qilinayotgan o'quv qo'llanma ilgari nashr etilgan – H.S.Tojimuhamedov. Organik birikmalarning tuzilishi va reaksiya qobiliyati. I qism: Molekulada atomlarning o'zaro ta'siri. Toshkent, "Universitet". 1997-yil hamda H.S.Tojimuhamedov, H.M.Shohidoyatov. Organik birikmalarning tuzilishi va reaksiya qobiliyati. II qism. Organik reaksiyalarning mexanizmlari. Toshkent, "Abu Ali ibn Sino", 2001-yil o'quv qo'llanmalarining to'ldirilgan va qayta ishlangan nashridir.

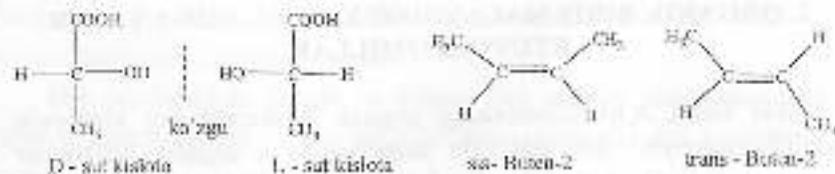
Qo'llanmada organik birikmalar tabiatiga ta'sir qiluvchi omillar, organik birikmalar tarkibidagi kimyoviy bog'lar, ularning hosil bo'lishi, xarakteristikalari, molekulada atomlarning o'zaro sifat va miqdor jihatidan ko'rsatadigan ta'sirlari, bu ta'sirlarning birikma xossalari aks etishi, organik birikmalarning kislotalik va asoslilik xossalari kabi masalalar sodda va tushunarli bayon qilingan.

Qo'llanma materiallari organik kimyo fanini yanada chuqur va keng tushinishda yordam berishiga ishonamiz.

Qo'llanmaning bu nashrida organik birikmalar tabiatiga yangi va zamonaviy ta'rif berilgan. O'lefinlarga birikish, aromatik yadroda nukleofil almashinish reaksiyalari yangi materiallar bilan to'ldirilgan. Har bir bo'lim oxirida tegishli misollar hamda ularning echimlari berilgan.

Qo'llanma Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti kimyo yo'nalishi magistratura talabalariga taqdim qilinadigan "Organik

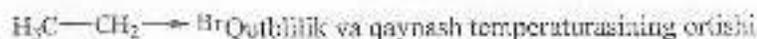
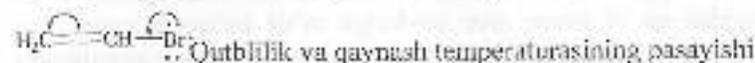




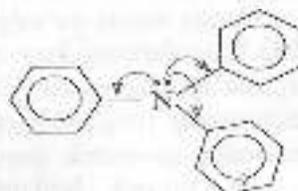
Endi organik birikma tabiatiga quyidagicha ta'rif beriladi:

*«Organik birikma molekulasining fizik va kimyoviy xossalari uning tarkibiga, kimyoviy va fazoviy tuzilishiga bog'liq»*

1899-yili elektronning kashf etilishi, atom tuzilish nazariyasining paydo bo'lishi natijasida organik birikmalarning elektron tuzilishi to'g'risidagi tushunchalar vujudga keldi va organik birikmaning elektron tuzilishi uning xossalari ta'sir qilishi isbotlandi. Masalan, etilbromidning qaynash harorati (38°C) vinilbromidnikidan (16°C) keskin farq qiladi. Propilbromid (71°C) allilbromid (72°C) lar esa deyarli bir xil temperaturada qaynaydi. Bunga sabab, bu ikki juft birikmalardagi elektronlarning turlicha taqsimlanishidir.



Trifenilammin o'zining elektron va fazoviy tuzilishi tufayli asos xossasiga ega emas:



Shunday qilib organik birikma tabiatiga berilgan ta'rif ham o'zgarib quyidagicha bo'ldi:

*«Organik birikmaning fizik va kimyoviy xossalari uning tarkibiga hamda kimyoviy, fazoviy, elektron tuzilishiga bog'liq»*

Spirtlar, karbon kislotalar hamda uglevodorodlar ham kuchli ishqoriy yoki kuchli kislotali muhitlarda xossalari o'zgaradi. To'yingan uglevodorodlar esa elektrofil almashinish reaksiyasiga kirishadi. Suv, spirt va boshqa birikmalar suv va yuqorikritik holatda o'zlarining zichligini, dielektrik o'tkazuvchanligini, ion ko'paytmasini, vodorod bog'larini, erituvchanligini temperatura va bosimga bog'liq ravishda keng oraliqda o'zgartiradi.

Shuni hisobga ulgan holda hozirda organik birikma tabiatiga quyidagicha ta'rif berish mumkin:

*«Organik birikmaning tabiati uning tarkibiga, kimyoviy, fazoviy, elektron tuzilishiga, muhitga va sharoitga bog'liq».*

(H.S. Tojinhamedov, 2010-y.)

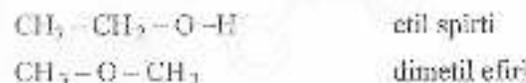
Bu ta'rif moddaning xossalari bog'liq bo'lgan hamma faktorlarni hisobga oladi. Quyida keltirilgan misollar fikrimizni tasdiqlaydi.

*Misollar: 1. Metan bilan n-geksanning xossalari solishtiring.*

*Yechish:* metan  $\text{CH}_4$  ham, geksan  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  ham faqat uglerod va vodoroddan tashkil topgan ulgervodoroddur. Ular bir-biridan tarkibidagi uglerod va vodorod atomlarining soni bilan farq qiladi. Shuning uchun ular bir-biridan avvalo, fizik xossalari bilan keskin farq qiladi. Metan odardagi sharoitda gaz, geksan esa suyuqlikdir. Ularning kimyoviy xossalari ham farq bor. Masalan, termik krekning vaqtida geksan metanga nisbatan oson parchalanadi, xlorlash, nitrolash va oksidlash reaksiyalari ham geksanda osonroq ketadi.

*2. Etil spirti bilan dimetil efirning xossalari solishtiring.*

*Yechish:* Etil spirti ham, dimetil efiri ham bir xil tarkib  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  ga ega. Ulardagi atomlar soni ham, turi ham bir xil. Ammo bu birikmalar bir-biridan tarkibidagi atomlarning o'zaro bog'lanish tartibi bilan farq qiladi:



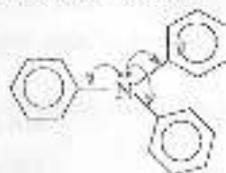
Shuning uchun ularning xossalari ham har xildir. Masalan, oddiy sharoitda etil spirti suyuqlik, dimetil efiri esa gazdir. Etil spirti natriy metalli bilan reaksiyaga kirishadi, dimetil efiri esa reaksiyaga kirishmaydi va hokazo.

### 3. Ammiak bilan trifenilaminning xossalari solishtirib.

**Yechish:** Ammiakda ham, trifenilaminida ham markaziy azot bo'lib, ammiak va unga o'xshash birikmalarning asosli xassasini shu atomdagi bo'linmagan bir juft elektron belgilaydi. Shu elektron hisobiga u suvdan yoki kislotalardan o'ziga proton birlashtirib amoniy birikmalarini hosil qiladi. Agar azot atomi atrofidagi elektron zichlik vodorodlar o'rniga biror guruh kiritilishi natijasida ortsa, bu moddaning asosligi ortadi; agar elektron zichlik kamaysa — asoslik ham kamayadi. Ammiakdagi bitta vodorod o'rniga fenil guruhi kiritilsa asoslik ancha kamayadi. Ma'lumki, ammiakka nisbatan anilin  $C_6H_5-NH_2$  kuchsiz asosdir. Ammiakdagi ikkinchi vodorod fenil guruhiga almashtirilsa difenilamin hosil bo'ladi, uning asosligi anilinning asosligidan ham kichikdir. Bu birikmalardagi asoslikning ammiak asosligiga nisbatan kamayishi azot atrofida elektron zichlikning fenil guruhlari ta'sirida kamayishi bilan tushuntiriladi.



Bunday ta'sir natijasida azot atomining o'ziga proton birlashtirish xususiyati kamayadi. Trifenilaminida esa uchta fenil guruhi azot atrofidagi elektron zichlikni shunchalik kamaytirib yuboradiki, natijada trifenilamin asoslik xususiyatini yo'qotadi.



### 4. Sis- va trans-buten-2 larning xossalari solishtirib.

**Yechish:** Buten-2 ikkita fazoviy (geometrik) izomerlar shaklida bo'ladi. Ular sis- va trans-izomerlardir.



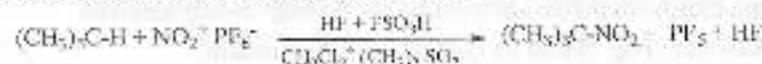
Ular fazoviy tuzilishlari har xil bo'lganligi tufayli, tarkibi va kimyoviy tuzilishi bir xil bo'lishiga qaramasdan, xossalari har xildir. Masalan, ular suyuqlanish va qaynash temperaturalarini, gidrogenlash issiqligi bilan, birikish reaksiyalaridagi reaksiyon qobiliyati bilan bir-biridan farq qiladi.

### 5. Izobutanni kislotali muhitda nitrolash reaksiya xossasini tuzing.

**Yechish:** Izobutan o'ta kislotali muhitda, masalan, florsulfon kislotasi va suv (V) florid aralashmasida gidrid ionini chiqarib uchlanchi butil kationini hosil qiladi:



Shunday kislotali sharoitda izobutanga nitroniy fosforeksoftorid tuzi ta'sir ettirilsa nitroizobutan hosil bo'ladi:

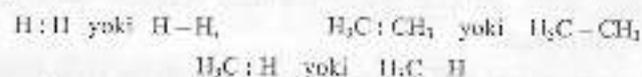


### 6. Tuzi sharoitlardagi suvning xossalari solishtirib.

**Yechish:** suvning zichligi oddiy sharoitda  $1 \text{ g/cm}^3$ , yuqori kritik sharoitda esa  $0.128 \text{ g/cm}^3$ , dielektrik o'tkazuvchiligi oddiy sharoitda 78, yuqori kritik sharoitda 1,8. Oddiy sharoitda taxminan 100 ta suv molekulasini vodorod bog'i bilan bog'langan, 723 K temperatura va 27,2 Mpa bosimda taxminan 50 ta suv molekulasini vodorod bog'i bilan bog'langan.

### 3. ORGANIK BIRIKMALARDAGI KIMYOVIIY BOG'LAR VA ULARNING TURLARI

Organik birikmalarda biz kimyoviy bog'larning kovalent, vodород va ion bog'lariga duch kelamiz. Organik birikmalarda kovalent bog' asosiy o'rin tutadi. Kovalent bog' atomlarning qarama-qarshi spinli juftlashmagan valent elektronlarining umumlashi natijasida yoki bir atomga tegishli elektron jufti hisobiga hosil bo'ladi. Kovalent bog', odatda, elektronga moyilligi bir-biriga yaqin bo'lgan atomlar o'rtasida hosil bo'ladi. Kovalent bog' ikkita elektron yoki chiziqcha bilan ifodalanadi. Masalan:



Organik birikmalarda kovalent bog'ning  $\sigma$ - va  $\pi$ - ko'rinishlari mavjud.

**$\sigma$ -Bog'.** Agar kovalent bog'  $s$ -,  $p$ -,  $sp^3$ -,  $sp^2$ - va  $sp$ -elektronlarning (atom orbitallarining) asosiy o'qi bo'yicha tutashishi natijasida hosil bo'lsa bu bog'  $\sigma$ -bog' deyiladi.

**$\pi$ -Bog'.** Agar kovalent bog'  $p$ -elektronlarning (atom orbitallarining) yonlama tutashishi natijasida hosil bo'lsa bu bog'  $\pi$ -bog' deyiladi.

Kovalent bog' qutbli va qutbsiz bo'lishi mumkin.

**Qutbsiz kovalent bog'.** Agar kovalent bog' (umumlashgan elektron juftlar) bir xil atomlar o'rtasida hosil bo'lsa, bunday bog' *qutbsiz kovalent bog'* deyiladi.

**Qutbli kovalent bog'.** Agar kovalent bog' (umumlashgan elektron juftlar) turli atomlar o'rtasida hosil bo'lsa, bunday bog' *qutbli kovalent bog'* deyiladi.

Qutbli kovalent bog'ning koordinatsion va yarim qutbli (semipolyar) turlari mavjud.

**Koordinatsion bog'** – bir atomning elektron jufti hisobiga hosil bo'lgan kovalent bog'.

**Yarim qutbli kovalent bog'** – koordinatsion va ion bog'lar kombinatsiyasidan tashkil topgan kovalent bog'dir. Bu bog' strejka ( $\rightarrow$ ) bilan ifodalanadi.

**Ion bog'** – bir atomdan ikkinchi atomga bir yoki bir nechta elektronning batamom ko'chib o'tishi natijasida ionlarning hosil bo'lishi va bu qarama-qarshi zaryadli ionlarning elektrostatik tortilishi natijasida hosil bo'ladigan bog'dir.

**Ionlanish energiyasi.** Neytral atomdan bitta elektronni tortib olishga ketgan energiyaga *ionlanish energiyasi* deyiladi.

**Elektronga moyillik.** Neytral atomga bitta elektronning birikishi natijasida ajralib chiqqan energiya *elektronga moyillik* deyiladi.

**Elektromanfiylik** – molekuladagi atomning bog' elektronlarini o'ziga tortish xususiyatidir. Element atomining elektromanfiyligi elementlarning davriy sistemasida davrlarda chapdan o'ngga, guruhlarda pastdan yuqoriga qarab ortib boradi.

**Vodород bog'** – bir molekuladagi elektromanfiyligi katta bo'lgan azot, kislorod, oltingugurt, fluor (galogen) elementlari bilan bevosita qutbli kovalent bog' hosil qilgan vodород atomining ikkinchi yoki shu molekuladagi azot, kislorod va fluor atomlari bilan hosil qilgan kuchsiz bog'i.

#### Misolilar

1.  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$  va  $\text{CH}_3-\text{Cl}$  molekulalarida kimyoviy bog'ning qanday turlari mavjud?

**Yechish:** Vodород  $\text{H}:\text{H}$  ( $\text{H}-\text{H}$ ,  $\text{H}_2$ ) molekulasida vodород atomlari o'rtasidagi bog' qutbsiz kovalent bog'dir. Chunki bog'ni bir xil atomlar hosil qilgan.

Metan  $\text{CH}_4$  ( $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ) molekulasidagi uglerod-vodород bog'lari kuchsiz  $\sigma$ -qutbli bog'. Chunki bu bog'ni turli xil atomlar hosil qiladi. Bog'ning qutbliligi juda kichik bo'lgani uchun, odatda bu bog'ni qutbsiz deb (shartli ravishda) qabul qilinadi.

#### 4. KIMYOVIVY BOG'LARNING XARAKTERISTIKALARI

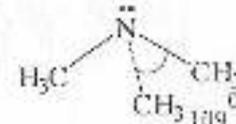
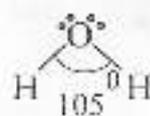
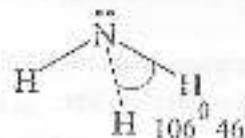
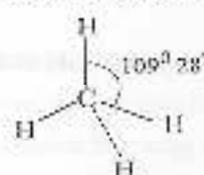
Kimyoviy bog'lar uzunligi, fazodagi yo'nalganligi (valent burchagi), qutbliligi, qutblanuvchanligi va energiyasi bilan xarakterlanadi.

**Bog'ning uzunligi** bog'ni hosil qiluvchi atomlar markazi yoki yadrolar orasidagi masofadir. Bog'ning uzunligi bog'ni hosil qiluvchi atomlar kovalent radiuslari yig'indisiga teng. Bog'ning uzunligi angstrom, Å ( $1\text{Å} = 10^{-10}$  sm yoki  $10^{-8}$  m) yoki nanometr, nm ( $1\text{nm} = 10^{-9}$  m) larda o'lchanadi. Quyida ba'zi kimyoviy bog'lar va ularning uzunliklari (nm) keltirilgan:

-C-C-	0,154 nm	= C-C =	0,147 nm	= C-H	0,034 nm
-C=C-	0,134 nm	= C-C =	0,138 nm	= C-H	0,033 nm
-C≡C-	0,120 nm	-C-H	0,036 nm	H-H	0,037 nm

Bog'larning uzunligi elektron, neytron va rentgen nurlarining interferensiyasi yordamida aniqlanadi va ma'lumotnomalarda beriladi.

**Bog'larning fazodagi yo'nalganligi (valent burchagi).** Ikki va undan ortiq atom bilan kovalent bog' hosil qilgan atom bog'larining yo'nalishlari orasidagi burchak *bog'lar orasidagi burchak* yoki *valent burchak* deyiladi. Valent burchaklar rentgenografik, elektronografik va spektroskopik usullar bilan aniqlanadi va graduslarda o'lchanadi. Valent burchaklar ham ma'lumotnomalarda beriladi. Quyida ba'zi molekullardagi valent burchaklar berilgan:



**Bog'larning qutbliligi.** Qutbli bog' deb undagi musbat zaryadlarning markazi manfiy zaryadlarning markaziga to'g'ri kelmaydigan bog'ga aytiladi. Masalan, N-N, CH<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>, Cl-Cl kabi bog'lar qutbsiz, H-Cl, CH<sub>3</sub>-F, CH<sub>3</sub>-NO<sub>2</sub> bog'lar esa qutblidir. Bog'ning qutbliligi miqdoriy jihatdan dipol momenti ( $\mu$ ) bilan xarakterlanadi va  $\mu = l \cdot e$  bilan ifodalanadi. Bunda l-musbat va manfiy zaryadlar markazlari orasidagi masofa (sm), e- elementar zaryad. Dipol momenti Debay (D) larda o'lchanadi.  $1D = 1,60 \cdot 10^{-18}$  elektrostatik birlik. Agar molekula ikki atomdan iborat bo'lsa molekulaning dipol momenti bog'ning dipol momentiga teng bo'ladi. Molekula uchta atomdan iborat bo'lsa bog'ning dipol momenti quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\mu' = \frac{\mu}{\sqrt{2(1+\cos\alpha)}}$$

bunda,  $\mu'$  - bog'ning dipol momenti;

$\mu$  - moddaning dipol momenti;

$\alpha$  - valent burchak

Murakkab birikmalar dipol momentilari barcha bog'lar dipol momentlariga mos keluvchi vektorlarni qo'shishi bilan aniqlanishi mumkin. Bog'ning qutbliligi bog'dagi atomning elektromanfiyligi ortishi bilan ortib boradi.

**Bog'ning qutblanuvchanligi.** Bog'ning qutblanuvchanligi deb bog'dagi elektronlarning tashqi elektr maydoni ta'sirida siljib, undagi atomlarning qutblanishiga aytiladi. Bunday qutblanish natijasida bog'da yoki molekulada dipol momenti vujudga keladi ( $\mu_e$ ). Bu dipol momentining miqdori tashqi elektr maydonining kuchlanganligiga va molekula strukturasi bog'liq bo'lgan qutblanuvchanlik koeffitsientiga bog'liq:

$$\mu_e = E \cdot \alpha$$

bunda, E-maydon kuchlanganligi;

$\alpha$  - qutblanuvchanlik koeffitsienti

Qutblanuvchanlik koeffitsienti moddaning sindirish ko'rsatkichi bilan quyidagicha bog'langan:

$$\alpha = \frac{3}{4\pi N} \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{d} \text{ bunda, } n - \text{moddaning sindirish ko'rsatkichi;}$$

$N$  – Avogadro soni;

$M$  – modda molekulyar massasi;

$d$  – modda zichligi

Moddaning qutblanuvchanlik koeffitsienti uning molekulyar refraksiyasi bilan proporsional bo'lib, quyidagicha bog'langan:

$$\alpha = \frac{3}{4\pi N} M_R \text{ chunki } M_R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{d}$$

Bog'ning qutblanuvchanligi bog'dagi elektron zichlik yoki bog'ni hosil qiluvchi atomning elektron qavatleri qancha ko'p bo'lsa, shunchalik katta bo'ladi. Bog'ning qutblanuvchanligi bog'ni hosil qiluvchi element atomining davriy sistemadagi o'rniga qarab davrlarda o'ngdan chapga, gruppalarda esa yuqoridan pastga qarab, hamda bog'ning karraligi ortib borishi bilan ortadi.  $\sigma$ -bog'larning qutblanuvchanligiga nisbatan  $\pi$ -bog'larning qutblanuvchanligi kattadir. Molekulyar refraksiya additiv xossaga ega bo'lganligi uchun ko'pgina moddalarning refraksiyalarini undagi atomlar refraksiyalarining yig'indisi shaklida hisoblab chiqarish va tajribada topilgan refraksiya bilan taqqoslash mumkin.

**Bog'ning energiyasi.** Bog'ning energiyasi deb uni gomolitik tarzda uzish uchun sarflanadigan energiyaga aytiladi. U bog'ning hosil bo'lish energiyasiga tengdir. Energiya kkal/mol yoki kJ/mollarda o'lchanadi. Bog'ning hosil bo'lish energiyasi moddalarning hosil bo'lish energiyalari asosida aniqlanadi. Moddaning hosil bo'lish energiyasi esa bu birikmalarning yonish issiqligi asosida aniqlanadi. Quyida ba'zi kimyoviy bog'lar va ularning energiyalari keltirilgan:

C–C	83 kkal/mol	birlamchi	C–H	96-101 kkal/mol
C=C	145 kkal/mol	ikkitamchi	C–H	94 kkal/mol
C≡C	194 kkal/mol	uchlamchi	C–H	89 kkal/mol

## 5. UGLEROD ATOMINING TUZILISHI s- va p- ELEKTRONLAR (ATOM ORBITALLAR)

Uglerod atomi elementlar davriy sistemasida II davrda, IV grupta 6 o'rinda joylashgan elementdir. 6 ta protoni bor uglerod yadrosi atrofida 6 ta elektron harakatlanadi. Bu elektronlardan 4 tasi 2-elektron qavatda joylashgan bo'lib, ularning 2 tasi s, 2 tasi p pog'onachalarda harakatlanadi. N. Borning korpuskulyar modeli bo'yicha elektronlar doiraviy va elliptik orbitalarda harakatlanadi. Bu orbitalar bilan yadro orasidagi masofa qat'iy chegaralangan. Elektron bir orbitadan ikkinchisiga o'tishi uchun nur ko'rinishidagi energiya yutilishi yoki ajralib chiqishi kerak.

$$E_n - E_m = h\nu$$

Yadro bilan orbitalar orasidagi masofa oddiy butun sonlar kvadratiga proporsional ravishda ortib boradi. Bu sonlar kvant sonlar deb ataladi. Orbitada harakatlanayotgan elektron holati 4 ta kvant son bilan xarakterlanadi:  $n, l, m, s$ .

$n$  – bosh kvant son, u elektron qavatning yadrodan qanday uzoqligini bildiradi va 1 dan  $n$  gacha bo'lgan sonlar qiymatiga ega bo'ladi:  $n = 1, 2, 3, \dots, n$ .

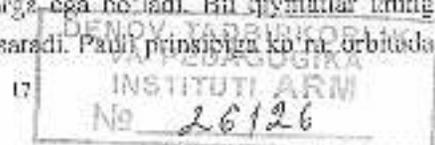
Bu elektron qobiqlar yana K, L, M, N, ... kabi harflar bilan ham ko'rsatiladi.

Elliptik orbitani xarakterlash uchun yon ( $l$ ) va magnit ( $m$ ) kvant sonlar qo'llaniladi.

$l$  – yon kvant son elliptik orbitaning kichik o'qini xarakterlaydi. Elliptik orbitaning katta o'qi bosh kvant son  $n$  bilan xarakterlanadi. Yon kvant son 0 dan  $n-1$  gacha bo'lgan butun sonlar bilan ifodalanadi.  $l = 0, 1, 2, 3, \dots, n-1$ .

$m$  – magnit kvant son elliptik orbitaning fazoda qanday joylashganligini belgilaydi. U 1 dan  $\dots, 0, \dots, +1$  gacha bo'lgan qiymatlarga ega bo'ladi.

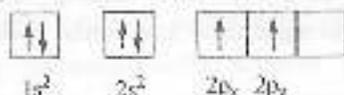
$s$  – spin kvant son elektronning o'z o'qi atrofida aylanish impulsini ko'rsatadi va  $-1/2, +1/2$  qiymatlarga ega bo'ladi. Bu qiymatlar uning chapga va o'ngga aylanishini ko'rsatadi. Pauli prinsipiga ko'ra orbitada



harakatlanayotgan elektronlar bir-biridan kamida 1 ta kvant son bilan farq qilishi kerak. Shuning uchun pog'onada bo'lishi mumkin bo'lgan elektronlarning maksimal soni  $N=2n^2$  ga teng bo'ladi, bunda  $n$  – hoshi kvant son.

Shunday qilib  $n=1$  bo'lganda (I-qavat, K-qavat)  $l=0$ ;  $m=0$ ;  $s=\pm 1/2$  bo'ladi, ya'ni 1-elektron qavatda 2 tagina elektron bo'ladi, xolos.  $n=2$  bo'lganda (2-qavat, L-qavat)  $l=0, 1$ ;  $m=-1, 0, +1$ ;  $s=\pm 1/2$  qiymatlarga ega bo'ladi, ya'ni 2-qavatda ko'pi bilan 8 ta elektron bo'lishi mumkin va h.k. Elektronning  $l=0$  bo'lgan hamma holatlari shlar simmetriyasiga ega bo'lib, elektronning bu holati  $s$  holat ( $s$ -elektronlar) deb ataladi. Uglерod atomida 1-elektron qavatda 2 ta ( $n=1$ ;  $l=0$ ), 2-qavatda ham 2 ta ( $n=2$ ;  $l=0, 1$ )  $s$ -elektronlar bor. Elektronning  $l=1$  bo'lgan holatini  $p$ -holat ( $p$ -elektronlar),  $l=2$  bo'lgan holatini  $d$ -holat ( $d$ -elektronlar) deyiladi va h.k. Uglерod atomining 2-elektron qavatida 2 ta  $p$ -elektron mavjud.

Shunday qilib uglерod atomining elektron tuzilishi quyidagicha:



Atomning to'liq-mexanik modeliga ko'ra elektron zarracha emas, balki to'liq tabiatga ega deb qaraladi. Shuning uchun De-Broyl tenglamasiga ko'ra  $m$  massali  $v$  tezlikda harakatlanayotgan zarracha to'liq tabiatiga ega bo'ladi:

$$\lambda v = \frac{h}{m} \quad \text{bunda} \quad \begin{array}{l} h - \text{Plank doimiyisi} \\ \lambda - \text{to'liq uzunligi} \end{array}$$

B

Yadro atrofida aylanayotgan elektron sinusoidal harakatga ega deb qaraladi va uning harakati Shredinger tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\Delta\psi + \frac{8\pi^2m}{h^2} (E - V)\psi = 0$$

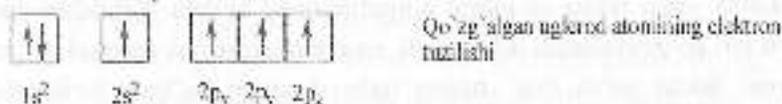
bunda,  $\Delta\psi$  - Laplas operatori;  $\psi$  - tebranish amplitudasi;  $E$  – umumiy energiya;  $V$  – potensial energiya.

Endi Borning orbitalari elektronlarning bo'lishi mumkin bo'lgan ob'astga aylanadi. Uni atom orbitalari (AO) deyiladi. Masalan:  $s$ -orbital,  $p$ -orbitallar atom orbitalardir. Bu orbitalar mos ravishda shlar simmetriyasiga va gantel formasiga ega.



### 6. GIBRIDLANISH. $sp^3$ -, $sp^2$ - va $sp$ -ELEKTRONLAR (ATOM ORBITALLARI -AO). UGLEROD ATOMINING VALENT HOLATLARI MOLEKULYAR ORBITALLAR (MO).

Yuqorida ko'rganimizdek, uglерod atomining elektron tuzilishi unda 2 ta juftlanmagan toq elektron borligini ko'rsatadi va shuning uchun uglерod atomi faqat ikki valentli bo'lishi kerakdek ko'rinadi. Xaqiqatda esa uglерodning ikki valentli birikmalari kam va qarorsiz bo'lib, uglерod asosan to'rt valentlidir. Bu holat shu bilan tushuntiriladiki,  $2s^2$  orbitaldagi elektron juft bir-biridan ajralib ulardan biri  $2p_x$  orbitalni egallaydi va uglерod atomi qo'zg'algan holatga o'tadi. Bu holatda to'rtta toq elektron mavjud bo'lib, ular uglерodning to'rt valentli birikmalar hosil qilishini ta'minlaydi.



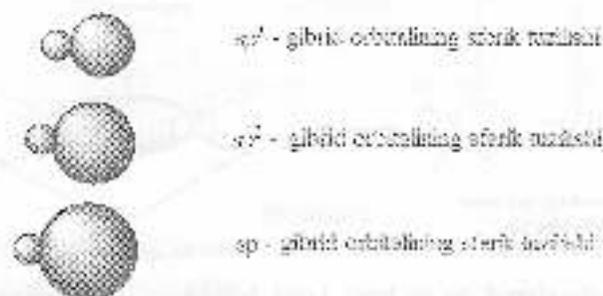
Bu elektronlar hisobiga kimyoviy bog'lar hosil bo'lganda ma'lum energiya ajralib chiqadi. Bu energiya  $2s^2$  orbital elektronlarini ajratishga sarf bo'lgan energiyadan ancha ko'pdir. Qo'zg'algan uglерod atomining elektron tuzilishiga qaralganda hosil bo'ladigan bog'lar 2 xil bo'lishi kerak, ya'ni bog'lar  $s$ - va  $p$ -elektronlar hisobiga 2 xil bo'lishi kerak. Amalda esa to'rttala elektron hisobiga hosil bo'ladigan to'rtta bog' bir xildir. Masalan, metan  $CH_4$  da hamma bog'lar teng qimmatli bo'lib,

munozam tetraedrning uchlari ga yo'nalgan bo'ladi, bu bog'lar orasidagi valent burchak esa  $109^{\circ}28'$  ga tengdir. To'rtala bog'ning bunday teng qiramalli bo'lishiga sabab  $2s$  orbital bilan  $2p^3$  orbitallar qo'shilib to'rtta yangi orbitallarni hosil qiladi. Bu orbitallar *gibrid orbitallari* deyiladi va  $sp^3$  gibrid orbitallari deb ifodalanganadi. Gibrid orbitallarning hosil bo'lish jarayoni esa gibridlanish deb ataladi. Elektronlari  $sp^3$ -gibridlanishga ega bo'lgan uglerod atomi boshqa atomlar (masalan uglerod, kislorod, azot va h.k.) bilan oddiy ( $\sigma$ -sigma) bog'lar hosil qiladi. Uglerod atomining bunday valent holati uning birinchi valent holati deb ataladi. Masalan,  $CH_4$ ,  $CH_3-CH_3$ ,  $CH_3-OH$ ,  $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$  kabi birikmalarda uglerod birinchi valent holatdadir.

Gibridlanishda uglerod atomining faqat  $2s$  va  $2p^2$  orbitallari ishtirok etishi ham mumkin. Bunda uchta yangi  $sp^2$ -gibrid orbitallar hosil bo'ladi. Bunday gibridlanish  $sp^2$ -gibridlanish deb ataladi. Bunday gibrid elektronlarga ega bo'lgan uglerod yassi deb ataladi va u boshqa atomlar bilan qo'sh bog' tuzilgan bog'langan bo'ladi. Bunday uglerod atomi ikkinchi valent holatidagi uglerod deb ataladi. Masalan,  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$  kabi birikmalardagi qo'sh bog' tuzilgan uglerod atomlari ikkinchi valent holatidadir.

Gibridlanishda faqat  $2s$  va  $2p$  orbitallar ham ishtirok etishi mumkin. Bunda yangi ikkita  $sp$  gibrid orbitallar hosil bo'ladi. Gibridlanishning bu turi  $sp$ -gibridlanish deb ataladi.  $sp$ -gibrid elektronli uglerod uch bog' yoki ikkita qo'sh bog' tuzilgan uglerod atomi bo'lgan birikmalarda bo'ladi. Uglerod atomining bu valent holati uchinchi valent holat deb ataladi.

Masalan,  $CH \equiv CH$ ,  $Cl_2=C=Cl_2$ ,  $CH_3-C \equiv CN$  kabi birikmalardagi uch bog' yoki ikkita qo'sh bog' tuzilgan uglerod atomlari uchinchi valent holatidadir. quyida tuzilgan xildagi gibrid elektronlarning (atom orbitallarining) sferik ko'rinishi keltirilgan:

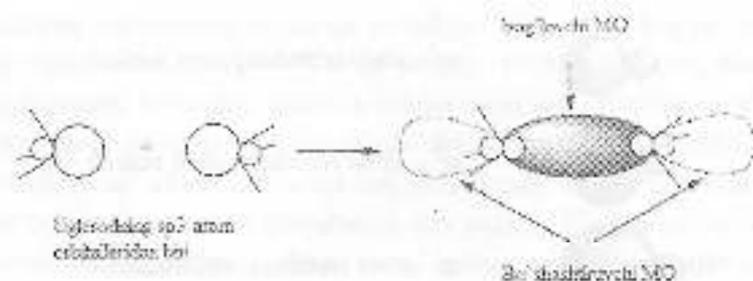


Keltirilgan  $sp^3$ ,  $sp^2$  va  $sp$  gibrid atom orbitallarining sferik tuzilishidan ko'rinib turibdiki, yuqoridan pastga qarab gibrid orbitallar tarkibida  $s$ -orbitalning ulushi ortib bormoqda (ikkinci doira kattalashib bormoqda). Bu holat turli valent holatidagi uglerod birikmalarining xossalari o'z aksini topadi.

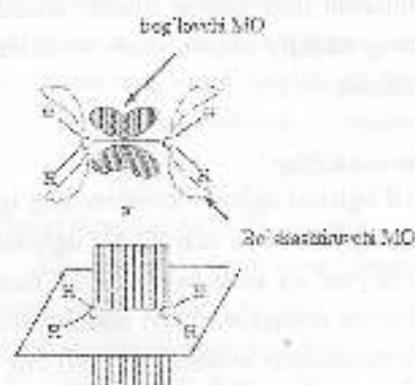
Shuni ta'kidlash kerakki, gibridlanish fizik hodisa sifatida amalda yo'q. U molekuladagi elektronlarning haqiqiy taqsimlanish modelini, biz qo'llaydigan usulni aks ettiradi, xolos.

### Molekulyar orbitallar

Organik birikmalarda biz uch xil uglerod-uglerod kovalent bog'ga duch kelamiz. Bular oddiy ( $C-C$ ), qo'sh ( $C=C$ ) va uch ( $C \equiv C$ ) uglerod-uglerod bog'lardir. Bu bog'larni  $p$ ,  $sp^3$ ,  $sp^2$  va  $sp$ -atom orbitallari hosil qiladi. Bog' hosil bo'lishida ikkita atom orbitallari (AO) ikkita molekulyar orbital (MO) ga aylanadi. Bu molekulyar orbitallardan biri bog'lovchi, ikkinchisi esa bo'shashtiruvchi molekulyar orbitallardir. Bog'lar hosil bo'lishini tushuntiruvchi metodlardan biri - molekulyar orbitallar metodi bo'yicha bog'lovchi molekulyar orbital hosil bo'lishi uchun atom orbitallar funksiyalarining ishorasi bir xil bo'lishi kerak. Turli ishoraga ega bo'lgan atom orbitallari esa bo'shashtiruvchi molekulyar orbital hosil qiladi. Masalan,  $C-C$  oddiy uglerod-uglerod  $\sigma$ -bog'ning hosil bo'lish sxemasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



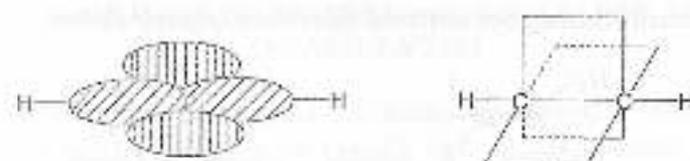
Uglerod-uglerod qo'sh bog' hosil bo'lganda bog'larning biri  $\sigma$ -, ikkinchisi esa  $\pi$ -bog' bo'ladi.  $\sigma$ -bog'ni ikkita uglerod atomiga tegishli 2 ta  $sp^2$ -gibrid atom orbitallari yuqoridagi sxemadagi kabi hosil qiladi. p-atom orbitallarining ta'sirlashuvi natijasida  $\pi$ -bog'ning hosil bo'lish sxemasini quyidagicha tasvirlash mumkin:



$\pi$ -bog'lovchi MO elektronlari o'qi yotuvchi tekislik molekula atomlari yotuvchi tekislikka perpendikulyar bo'ladi.  $\pi$ -bog'-ning bunday tuzilishi  $\alpha,\beta$ -almashingan olefinlarda geometrik (sis-trans) izomerlarning paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

Uglerod-uglerod uch bog'idagi bog'lardan biri  $\sigma$ -bog' bo'lib, bu bog'ni uglerodlarning  $sp$ -gibrid atom orbitallari hosil qiladi. qolgan ikkita bog'  $\pi$ -bog' bo'lib, ular p-atom orbitallarining juft-juft bo'lib ta'sirlashuvidan hozirgina keltirilgan sxemadagi kabi hosil bo'ladi.

Atsetilen molekulasidagi  $\pi$ -bog'lovchi MO larni quyidagicha tasvirlash mumkin:



Misollar:

1. *CHNO* tarkibli hamma ochiq zanjirli birikmalar struktura va elektron formulalarini yozing.

**Yechish.** 1) Sian kislotasi erkin va tuz holida uchraydi.



2) Izotsian kislota



Efirlar holda uchraydi.

3) Qaldiroq kislota tuzlar holida uchraydi

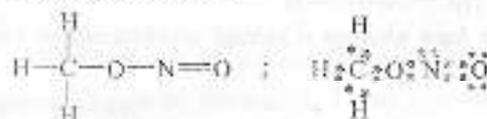


4) Nitril oksidli  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}=\text{O}$  ham  $\text{H}-\text{C}=\text{N}=\text{O}$

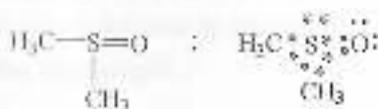


2. *Metilnitril, dimetilsulfoksid, dimetil efirning uch storli bor bilan hosil qilgan birikmasining struktura va elektron formulalarini yozing.*

**Yechish.** Metil nitril



Dimetilsulfoksid



Dimetil efirning bor uchftorid bilan hosil qilgan birikmasi



3. Fenilizotsianatning ( $C_6H_5-N=C=O$ ,  $\mu=2,29$ ) dipol momentiga nisbatan fenilizototsianatning ( $C_6H_5-N=C=S$ ,  $\mu=2,8^5$ ) dipol momentining katta bo'lishiga sabab nima?

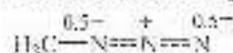
**Yechish.** Ma'lumki, birikmaning dipol momenti, ya'ni uning qutbligi qutblar orasidagi masofaga, hamda qutblar zaryadiga bog'liq. Shu munosabat bilan fenilizototsianatdagi dipol momentning kattaligi —  $C=O$  bog'ning uzunligiga nisbatan  $C=S$  bog'ning uzunroq ekani bilan tushuntirish mumkin.

4. Metilazid  $CH_3N_3$  molekulasidagi uchchala azot atomi, diazometan molekulasidagi uglerod va azot atomlari bitta to'g'ri chiziqda joylashishi ma'lum bo'lsa ularning struktur formula larini yozing.

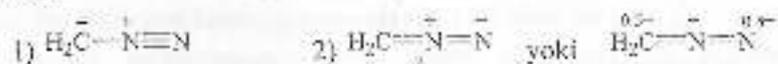
**Yechish.** Oktanoidasiga amal qilgan holda metilazid molekulasi uchun quyidagi ikki strukturani yozish mumkin:



Amalda metilazid molekulasidagi elektronlarning (yoki zaryadlarning) taqsimlanishi shu ikki strukturada bo'ladi:



2) Diazometan uchun ham shunga o'xshash strukturalarini yozish mumkin.



## 7. ORGANIK BIRIKMA MOLEKULASIDAGI ATOMLARNING O'ZARO TA'SIRI

Ma'lumki, organik birikma molekulasidagi atomlar bir-biriga ta'sir ko'rsatib turadi va shu tufayli organik birikmaning xossalari shakllanadi. Atomlar bir-biriga bevosita birikkan holda yoki uzoqdan, ma'lum masofadan turib (bevosita birikmagan holda) ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bu ta'sir asosan 2 xil bo'ladi.

1. Induksion ta'sir. 2. Mezoner ta'sir.

### Induksion ta'sir va uning o'ziga xos xususiyatlari

Organik birikmadagi kimyoviy bog'ning elektronlari uglerod atomidan (yoki boshqa atomdan) elektronmanfiyligi undan katta bo'lgan atom tomon siljiydi. Buning natijasida atomlar qisman qutblanadi, bu esa o'z navbatida qo'shni bog' elektronlarining siljishiga va atomlarning qutblanishiga sabab bo'ladi. Ta'sirning oddiy ( $\sigma$ -bog'lar) bog'larning ketma-ket qutblanishi orqali uzatilishi induksion ta'sir deb ataladi. Induksion ta'sir  $J$  harfi bilan belgilanadi va o'z yo'nalishiga ko'ra musbat (+ $J$ ) va manfiy (- $J$ ) bo'lishi mumkin. Masalan:



*Cl-atomining -J ta'siri*

*Kislorod atomining +J ta'siri*

Bunda qisman hosil bo'lgan zaryadlar ta'sir ko'rsatayotgan atomdan uzoqlashgan sari kamayib boradi, ya'ni  $\delta^+ > \delta'^+ > \delta''^+$  yoki  $\delta^- > \delta'^- > \delta''^-$ .

Induksion ta'sir natijasida bog' yoki molekula qutblanib dipol momentga ega bo'lib qoladi. Ta'sir qiluvchi atom o'ziga elektronlarni tortsa, uning induksion ta'siri manfiy (- $J$ ) elektronlarni o'zidan itarsa musbat (+ $J$ ) bo'ladi. Vodород atomining ta'siri shartli ravishda 0 deb olinadi. Induksion ta'sirning yo'nalishi  $\sigma$ -bog' bo'ylab chizilgan strelka bilan ko'rsatiladi.

*Induksion ta'sirning o'ziga xos xususiyatlari quyidagilardan iborat:*

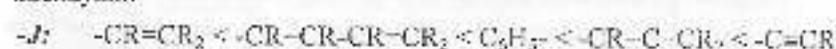
1. Induksion ta'sirning kuchi ta'sir ko'rsatayotgan atom yoki atomlar guruhining zaryadi ortishi bilan ortadi. Ion shaklidagi atom yoki atomlar guruhi kuchli va uzoq masofaga ta'sir ko'rsatadi.



2. Ta'sir ko'rsatuvchi atomning elektromanfiyligi qancha katta bo'lsa, uning manfiy induksion ta'siri -J shuncha kuchli bo'ladi.



3. Barcha to'yinmagan guruhlar -J manfiy induksion ta'sir ko'rsatadi va  $\pi$  guruhning to'yinmaganlik darajasi ortishi bilan kuchayadi.



4)  $\pi-C$  bog'ining qutbliligi oz bo'lsada borligi nahan alkil guruhlari +J musbat induksion ta'sir ko'rsatadi.



5) Ta'sir ko'rsatuvchi atomning elektromanfiyligi qanchalik kichik bo'lsa, uning musbat induksion ta'siri shunchalik kuchli bo'ladi.



#### Misollar:

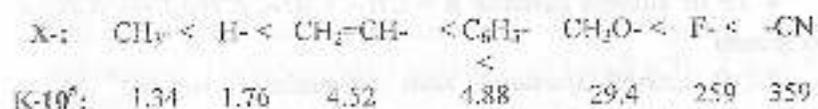
1. Ta'sir ko'rsatuvchi guruhlari  $X = CH_3, H, CH_3-CH_2, C_2H_5, CH_3O-, F-, -CN$  bo'lganda  $X-CH_2COOH$  tarkibli bir vodorod almashgan sirka kislotalarining suvli eritmadagi dissotsiatsiya konstantalari qanday o'zgaradi?

*Yechish.* Kislotalarning dissotsiatsiya tenglamasini yozamiz.



Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki,  $X_2$ guruhining manfiy induksion ta'siri -J qanchalik kuchli bo'lsa kislota anioni shunchalik barqaror va kislotalarning dissotsiatsiya konstantasi shunchalik katta (ya'ni kislota shunchalik kuchli) bo'ladi. X guruhining induksion ta'sirlarini hisobga olgan holda kislotalarning dissotsiatsiya konstantalarining ortib bo-

lish qatorini quyidagicha yozish mumkin ( $X-CH_2-COOH$  dagi X va dissotsiatsiya konstantasi berilgan):



Qatorning tagida keltirilgan dissotsiatsiya konstantalarining ayni ifodasi fikrimizni tasdiqlaydi.

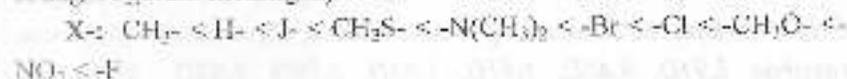
2. Ta'sir ko'rsatuvchi atomlar  $X = F-, Cl-, Br-, I-$  bo'lganda  $X-CH_2COOH$  tarkibli galogenli sirka kislotalarining suvli eritmadagi dissotsiatsiya konstantalari qanday o'zgaradi?

*Yechish.* Bu misol ham yuqoridagidek mulohaza bilan echiladi. Galogen atomlarining manfiy induksion ta'siri -J yoddan firoga tomon ortib boradi, chunki shu qatorida ularning elektromanfiyligi ortib boradi. Shuning uchun kislotalarning dissotsiatsiya konstantalari (kuchi) quyidagi qatorida ortib boradi. ( $X-CH_2-COOH$  dagi X berilgan):



3. Ta'sir ko'rsatuvchi guruhlari  $X = F-, NO_2, CH_3O-, N(CH_3)_2, CH_3S-, Cl-, Br-, I-, H-, CH_3-$  bo'lganda  $CH_2X$  tarkibli birikmalar PMR (proton magnit rezonans) spektrlaridagi proton signallarining kimyoviy siljishi qanday o'zgaradi?

*Yechish.*  $CH_2-X$  tarkibli birikmadagi vodorodning PMR spektridagi signallari qanchalik kuchsiz maydonga surilgan bo'lsa, uning yadrosi shunchalik uzoqlashgan, elektronlar yadrodan uzoqlashgan, ta'sir qiluvchi X guruhi tomon siljigan bo'ladi va bu guruhning manfiy induksion ta'siri -J shuncha katta bo'ladi va u quyidagi qatorida ortib boradi ( $CH_2-X$  dagi X guruhi keltirilgan):

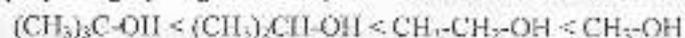


$\tau, \text{mln}^{-1}$ : 0.75 -1.35 -1.30 -2.03 -2.52 -2.32 -2.71 -3.10 -3.61 -4.0

4. Ta'sir qilyuvchi guruhlar  $R = \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5, (\text{CH}_2)_2\text{CH}, (\text{CH}_2)_3\text{C}$ - bo'lganda

$R\text{-OH}$  tarkibli spirtlarni suvli eritmadagi va bug' holdagi kislotaliligining ortib borishi qatoriga joylashtiring.

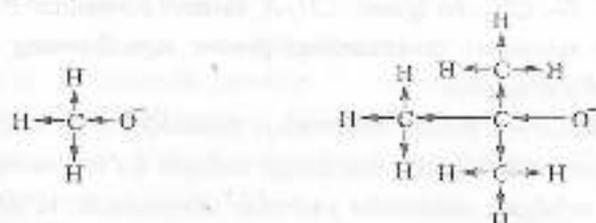
**Yechish:** Alkil guruhlarining musbat induksion ta'siri  $-\text{CH}_3 < -\text{C}_2\text{H}_5 < -\text{CH}(\text{CH}_3) < -\text{C}(\text{CH}_3)_2$  qatorida ortib borganligi uchun  $R\text{-OH}$  tarkibli spirtlarning suvli eritmadagi dissotsiatsiya konstantasi (kislotaligi) yuqoridagi qatorga teskari qatorida ortib boradi.



Suv proton erituvchi bo'lganligi uchun dissotsiatsiya natijasida hosil bo'ladigan  $R\text{-O}^-$  anionlarini stabilaydi va bu stabilashish  $\text{CH}_3\text{O}^-$  anionida fazoviy jihatdan tez va uson sodir bo'ladi. Shuning uchun metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  bu qatorida eng kuchli kislotadir. Bug' holda spirtlarning kislotalilik qatori teskarisiga almashinadi:



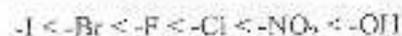
Chunki bug' holatida  $\text{RO}^-$  anion C-C va C-N bog'larining qutblanishi bilan qarorligini oshiradi. Bunday bog'lar uchlumchi butil spirtida eng ko'p:



Shuning uchun bug' holatida berilgan spirtlarning ichida eng kuchli kislotali spirt uchlumchi butil spirtidir.

5. Ta'sir qilyuvchi guruhlari  $X = -\text{OH}, -\text{NO}_2, -\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}$  bo'lgan  $\text{CH}_3\text{-X}$  tarkibli birikmalarning bug' holatida dipol momentlari mos ravishda 3,94D, 8,48D, 1,81D, 1,83D, 1,79D, 1,64D bo'lsa bu guruhlarining induksion ta'siri to'g'risida xulosa chiqaring.

**Yechish:** X-guruhining  $\text{CH}_3\text{-X}$  birikmasidagi qutblantiruvchi ta'siri qanchalik kuchli bo'lsa bu birikmaning dipol momenti shunchalik katta bo'ladi. Qutblantiruvchi ta'sir o'ziga elektronlarni tortish bilan sodir bo'lgani uchun (ya'ni man'iy induksion ta'sir -J to'y berganligi uchun) X guruhlarining -J ta'siri quyidagi qatorida ortib boradi ( $\text{CH}_3\text{-X}$  dagi X-guruh berilgan):



$\text{CH}_3\text{-F}$  dipol momentining  $\text{CH}_3\text{-Cl}$  dipol momentidan kichikligi fluor radiusining kichikligi bilan tushuntiriladi.

## 8. INDUKSION TA'SIRNING ISHORASI (YO'NALISHI) VA KUCHINI ANIQLASHI USULLARI

1. Turli atom yoki atomlar guruhini tutuvchi bir sinfga mansub organik birikmalarning xossalari taqqoslash usuli. Misol tariqasida karbon kislotalarning dissotsiatsiya konstantalarini aniqlashni keltirish mumkin. Yuqoridagi misollarga qarang.

2. Metil yoki etil guruhi tutgan turli birikmalar PMR spektridagi protonlar signalining kimyoviy siljishi to'g'risidagi ma'lumotlarni taqqoslash usuli. Bunday usulga mos misol ham yuqorida berilgan.

3. Bir moddaning, masalan, metanning xosilalari bo'lgan turli moddalar dipol momentlarini taqqoslash usuli. Bu usulga mos misol ham yuqorida keltirilgan.

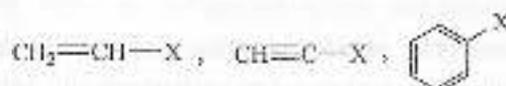
4. Erkin energiyaning chiziqli korrelyatsiyasidan (Gammet tenglamasidan) kelib chiqadigan o'rinbosarlarning konstantalarini ( $\sigma$ ) taqqoslash usuli.

Keltirilgan bu usullar yordamida ta'sir ko'rsatayotgan atom yoki atomlar guruhining induksion ta'sir yo'nalishi (+ va -J) va kuchini aniqlanadi.

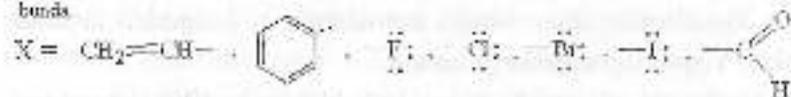
## 9. MEZOMER TA'SIR VA UNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI. MEZOMERIYA MOMENTI

Mezomer (yoki rezonans) ta'sir deb, ta'sirning konyugirlangan  $\pi$ -sistemalardagi elektronlarning  $\pi$ - $\pi$  tulashishi yoki  $\pi$ -sistema elektronlarining o'rinbosar tarkibidagi atomning bo'linmagan elektron jufti bilan turashishi orqali uzatilishiga aytiladi.

X- guruhning mezomer ta'siri bu guruhning  $sp^2$ - yoki  $sp$ -gibridlangan elektronli uglerod atomi bilan birikkan vaqtdagina kuzatiladi. X guruh yo bo'linmagan elektron jufti bo'lgan atom, yo  $sp^2$ - yoki  $sp$ -gibridlangan elektronli uglerod (yoki hoshqa atom) bo'lishi kerak. Masalan,

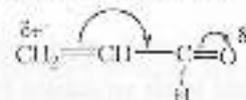


bu yerda



Konkret misol sifatida akrolein molekulasi uchun quyidagicha —  $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$

Bu molekuladagi elektromanfiyligi katta bo'lgan kislorodda manfiy mezomer ta'sir tufayli (-M) qisman manfiy zaryad hosil bo'ladi. Bu ta'sirni egilgan strelkalar bilan ko'rsatilgan:



Agar bog'dagi ikkita elektron kislorod atomiga bataranom ko'chib o'tsa, unda quyidagicha strukturali bipolyar ion hosil bo'ladi:



Akrolein molekulasida  $\pi$ -elektronlarning holati aslida shu ikki struktura oraliq'ida bo'ladi. Mezomeriya so'zi ham e'qasmlar orasida ma'nosini bildiradi. Yuqoridagi ikki uchli strelka bilan ko'rsatilgan

formulalar *chegaraviy strukturalar* deyiladi. Ayni molekuladagi  guruhining ta'siri mezomer ta'sir deb ataladi va «M» bilan ifodalanadi. Agar ta'sir ko'rsatuvchi guruh elektronlarni o'ziga tortsa manfiy (-M), o'zidan itarsa (+M) mezomer ta'sirga ega bo'ladi. Masalan,



Formulada berilgan moddada  $-\overset{\ominus}{\text{N}}\text{R}_2$  guruhi (+M) ta'sir

ko'rsatmoqda.  $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\ominus}{\text{F}}$  molekulasida



ham  $-\overset{\ominus}{\text{F}}:$  atomi (+M) ta'sir ko'rsatadi. Bu ta'sir doimiy ta'sirdir. Molekulalarning real energiyasi chegaraviy formulaga mos keluvchi energiyadan kichikdir, chunki molekuladagi elektronlar kengroq tarqalgandir. Molekula real holati energiyasi bilan klassik formulalar bilan ifodalangan holat energiyalari o'rtasidagi farq *mezomeriya energiyasi*

deb ataladi. Yuqorida keltirilgan  $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$  molekulasidagi mezomeriya  $\pi$ - $\pi$  *mezomeriya*,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\ominus}{\text{N}}\text{R}_2$  va  $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\ominus}{\text{F}}$  molekulalaridagi mezomeriya esa  $p$ - $\pi$  *mezomeriya* deb ataladi. Bu

birikmalardagi ,  $-\overset{\ominus}{\text{N}}\text{R}_2$ ,  $-\overset{\ominus}{\text{F}}$  kabi o'rinbosarlar  $\text{CH}_2=\text{CH}-$  qoldiqqa ham induksion ham mezomer ta'sir ko'rsatadi. Bu ta'sirlar bir yo'nalishda (masalan  $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$  da -J va -M-ta'sirlar), yoki qarama-

qarshi yo'nalishda (masalan  $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\ominus}{\text{N}}\text{R}_2$  va  $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\ominus}{\text{F}}$  da -J va +M ta'sirlar) bo'lishi mumkin. Har ikkala holda ham mezomer ta'sir ham induksion ta'sir ham molekulani qutblanishiga o'zining xissasini

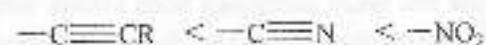
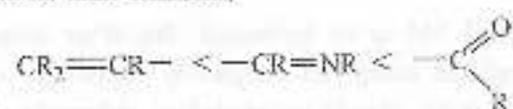
qo'shadi. Mezomer ta'sirning molekulaning qublanishiga qo'shgan xis-  
sasi *mezonariya momenti* deb ataladi.

### Mezomer ta'sirning o'ziga xos xususiyatlari

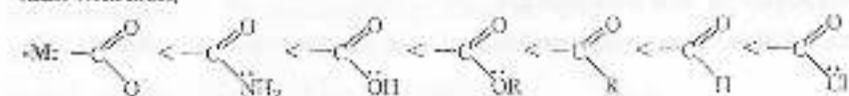
1. Ta'sir qiluvchi guruhdagi zaryadning ortishi bilan M-mezomer ta'sirning kuchi ortadi, shuning uchun ionlar juda kuchli mezomer ta'sir ko'rsatadi. Masalan, -M:  $-\text{CH}=\ddot{\text{N}}\text{R}_2$ ; +M:  $-\text{O}^-$ ,  $-\text{S}^-$  O'rinbosarning M-mezomer ta'siri  $-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-$

$\text{C}=\text{C}-\text{C}-\dots$  konyugirlangan qo'shbog'lar sistemasi vositasida uzoq masofaga deyarli so'zmasdan uzatiladi. Bu hodisa *viollogiya* deb ataladi.

2. O'rinbosarning (yoki uning tarkibidagi geteroelementning) elektromanfiyligi qancha katta bo'lsa uning manfiy mezomer ta'siri -M shuncha kuchli bo'ladi. Masalan,



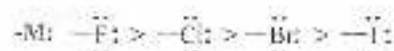
3. O'rinbosar tarkibidagi ichki mushat mezomeriya qancha kichik bo'lsa bu o'rinbosarning manfiy mezomer ta'siri shunchalik kuchli bo'ladi. Masalan,



4. O'rinbosar (yoki uning tarkibidagi geteroelement) ning electron-manfiyligi qancha kichik bo'lsa uning mushat mezomer ta'siri +M shuncha kuchli bo'ladi. Masalan, +M:

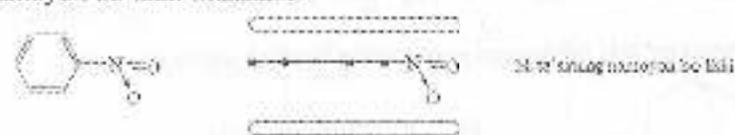


Galogen o'rinbosarlar bundan mustasno.



Chunki elektronlari  $sp^2$ -gibridlangan uglerod atomining 2p atom orbitali bilan tirning 2p-atom orbitalining tutashishi xlordagi 3p-, bromdagi 4p- va yoddagi 5p-orbitallar bilan tutashishiga nisbatan qulaydir. Galogenlarda +M ta'sirga nisbatan -J ta'sir kuchli (-Me-J), -NR<sub>2</sub> va -OR guruhlarida esa -J ta'sirlarga nisbatan +M ta'sir kuchlidir (+M>-J).

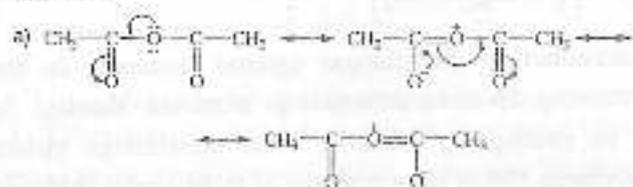
Mezomer ta'sir elektronlari tutashuvi π-orbitallar o'qi (π-orbital bilan p-atom orbitali) bitta tekislikda joylashgan (koplanar) bo'laagina namoyon bo'ladi. Masalan:



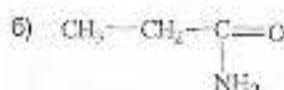
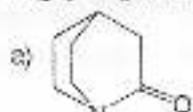
### Misolalar:

a) Sirka anhidridi, b) Akrilal anioni va v) metilalil kationlarining mezomer (rezonans) strukturalarini yozing.

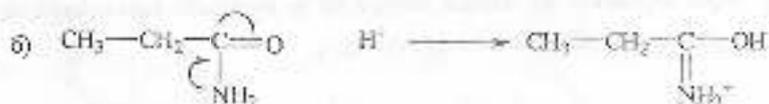
**Yechish:**



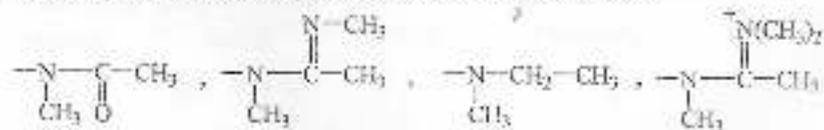
2. Quyidagi ikki birikmaga protonning birikish joyini ko'rsating.



**Yechish:**

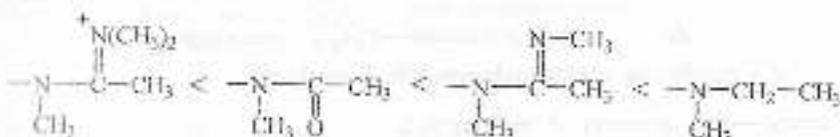


3. Molekula tarkibidagi ta'sir ko'rsatuvchi quyidagi guruhlarni (+) mezomer ta'sirining ortib borish qatoriga joylashtiring.



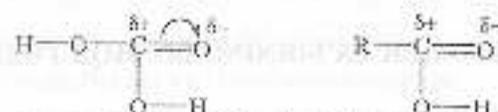
**Yechish:**

IM:

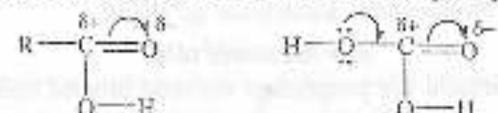


4. Nima uchun karbonat kislota har qanday karbon kislotasidan ham kuchsiz?

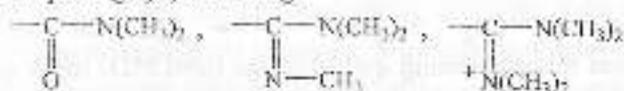
**Yechish:** Kislotalarning kuchi (dissotsiatsiya konstantasining kataligi) karbonil og'irlikdagi musbat zaryadning kuchli - yoki kuchsizligiga bog'liq.



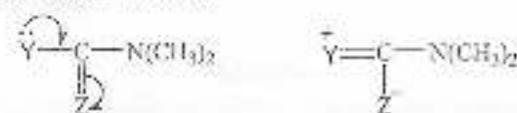
Bu zaryad katta bo'lsa, kislorod-vodorod bog'i shunchalik oson uziladi va kislota kuchli bo'ladi. Zaryad karbon kislotasida kuchlidir, chunki karbon kislotada bu zaryadni alkil guruhi musbat induksion ta'sir tufayli qisman kamaytirsa, karbonat kislotada H-O - guruh mezomer ta'sir bilan kuchli kamaytiradi va uni juda kuchsiz qilib qo'yadi:



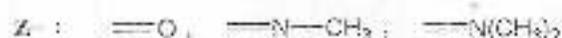
5. Ta'sir ko'rsatuvchi guruhlarning manfiy mezomer ta'siri (-M) ortib borish qatoriga joylashtiring:



**Yechish:** Keltirilgan guruhlarning manfiy mezomer ta'sirini quyidagicha tasvirlash mumkin:



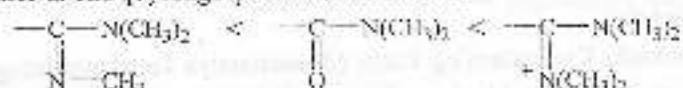
Bu yerda X – molekularning berilgan guruhlari ta'sir qilayotgan qismi.



Z - guruhning elektronakseptorlik hususiyati



qatorida ortib boradiligi uchun berilgan guruhlarning ma'naviy mezomer ta'siri quyidagi qatorida ortib boradi:



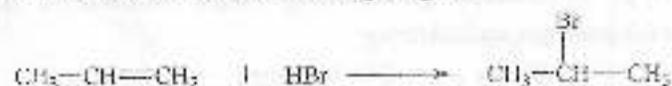
## 10. MEZOMER TA'SIRNING BOSHQA TURLARI

Mezomer ta'sirning yuqorida ko'rib o'tilgan turlari  $\pi-\pi$  - va  $p-\pi$  - turidir.

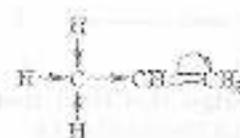
Mezomer ta'sirning oddiy bog' elektronlari bilan qo'sh bog' elektronlarining ( $\sigma, \pi$ -) yoki ikkita oddiy bog' ( $\sigma, \sigma$ ) elektronlarining tutashishi natijasida uzatilishi ham ma'lum. Bu ta'sirlarni o'rganishga rus olimi A. N. Nesmeyanov katta hissa qo'shgan.

### $\sigma, \pi$ -Mezomer ta'sir

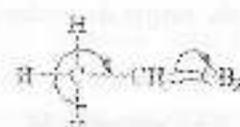
Bu ta'sir birinchi bar propilenga vodorod bromid birikish reaksiyasida V.V.Markovnikov tomonidan o'rganilgan.



Propilen molekulasining qutblanishiga ( $\mu = 0,35\text{D}$ ): metil guruhning fuqatgina induksion ta'siri emas ( $-I$ ), balki bog'lardagi elektronlarning ham siljishi o'z ta'sirini ko'rsatadi.



Metil guruhning o'z ta'sirini ko'rsatishi

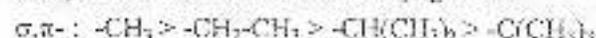


Metil guruhning C-H bog'ining mezomer ta'siri

Bu ta'sir natijasida metil guruldagi vodorodlarning harakatchanligi (protonli hususiyati) ortadi va kondensatlanish reaksiyasiga kirishish qobiliyatiga ega bo'lib qoladi:



Alkil guruhlari  $\sigma, \pi$ -mezomer ta'sirining quyidagi qatorida kamayib borishini 1935-yilda Bekker va Natlar aniqlaganlar:



Shuning uchun bu ta'sir ( $\sigma, \pi$ -mezomer ta'sir) hiperkon'yugatsiya yoki **Natan-Bekker effekti** deb ham yuritiladi.

$\sigma, \pi$ -mezomer ta'sir  $\pi, \pi$ - va  $p, \pi$ - ta'sirlardan farqli ravishda birikmaning fizik xossalriga ta'sir qilmaydi, ya'ni bu ta'sir kuchsiz ta'sirdir.

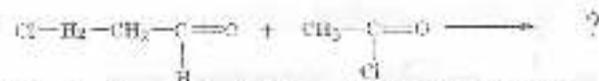
### $\sigma, \sigma$ -Mezomer ta'sir

Og'ir metall ionlarining ( $\text{HgCl}_2, \text{SbCl}_5, \text{AsCl}_3$ ) etilen va atsetilenga birikish mahsulotlari  $\text{Me---CH}_2\text{---CH}_2\text{---X}$  va  $\text{Me---CH=CH---X}$  da ikkita oddiy bog'.

C-Me va C-X bog'lari elektronlarining tutashishi sodir bo'ladi va birikmaning reaksiyalarida (massalan, X-guchlirning almashinishi reaksiyalarida) juda osonlik bilan etilen va atsetilen ajralib chiqadi. Bu ta'sir  $\sigma, \sigma$ -mezomer ta'sir bo'lib u ham kuchsiz va moddaning fizik xossalriga ta'sir qilmaydi.

### Misol:lar:

1. Quyidagi birikmalar orasidagi reaksiya tenglamasini yozing.



**Yechish.** Simoborganik birikma Cl-Hg-CH<sub>2</sub>-CH=O molekulasida C-Hg va

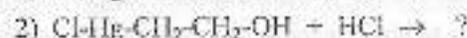
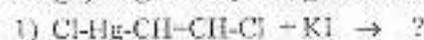
C=O bog'lar elektronlarining tutashishi natijasida molekula kuchli qablanadi:



Shuning uchun bu birikma asetilxlorid bilan reaksiyaga kirishganda reaksiya markazi C-Hg - uglerod-atomidan C=O kislorod atomiga ko'chadi:



2. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang:

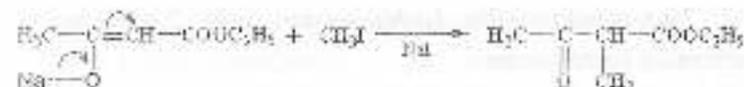


**Yechish.** Bezilgan simoborganik birikmalarda  $\sigma, \pi$ -mezomer ta'sir mavjud bo'lganligi uchun (C-Hg va C-Cl yoki C-Hg va C-OH), bu birikmalardagi Cl va -OH guruhlarining almashinish reaksiyasi asetilen va etilen gazlarining osonlik bilan ajralib chiqishi bilan boradi:



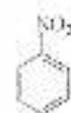
3. Natriyatsetosirka efiri bilan metiltodid orasidagi reaksiya tenglamasini yozing.

**Yechish.** Natriyatsetosirka efiri molekulasida ham  $\sigma, \pi$ -mezomer ta'sir borligi tufayli, reaksiya asosan reaksiya markazining kislorod atomidan uglerod atomiga ko'chishi bilan boradi:

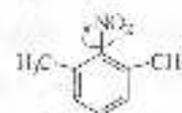


## II. MEZOMERIYA VA FAZOVIIY TA'SIR

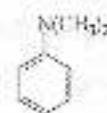
Fazoviy qarshilik tufayli ta'sir qiluvchi guruhlarining mezomer ta'siri kamayadi, chunki elektronlarning tutashish tekisliklari (qoplanarligi) o'zgaradi. Bu esa molekulaning qutiblanishiga va boshqa fizik va kimyoviy xossalarga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Masalan, nitrobenzol va dimetilaniin xosilalarining dipol momentlari quyidagi qatonda kamayib boradi:



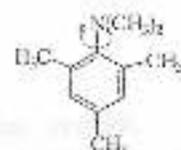
3.93 D



3.64 D



1.58 D



1.03 D

Koplanarlikning buzilishi fazoviy qarshilik tufayli C-N bog'i atrofiga burilish bilan sodir bo'ladi. X = -N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, -OCH<sub>3</sub> va -NO<sub>2</sub>

bo'lganda birikmalardagi bunday burilish mos ravishda 65°, 49° va 54° ni tashkil kiladi. Bunday burilish natijasida mezomer ta'sir 58%, 35% va 41% ga kamayadi. Burilishni rentgenstruktura analizi hamda UR-spektrlari tasdiqlaydi.

### Misollar

1. *o*- va *p*-etilbenzoy kislotalarining kuchini taqqoslang.

**Yechish.** Fazoviy qiyinchilik tufayli *o*-etilbenzoy kislota molekulasida benzol yadrosi bilan karboksil guruhining koplanarligi

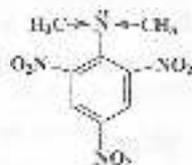


buziladi va yadroning +M ta'siri keskin kamayadi va kislota kuchini ortadi. Shuning uchun *o*-etilbenzoy kislota *p*-etilbenzoy kislotasidan kuchlidir.

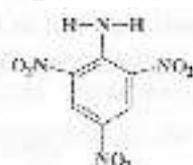
2. 2,4,6-uchnitroanilin kuchli asosmi yoki 2,4,6-uchnitro-N,N-dimetilamin kuchli asosmi?

**Yechish:** 2,4,6-uchnitro-N,N-dimetilaminning asosligi 2,4,6-uchnitroanilinning asosligidan katta. Buning 2 ta sababi bor.

**Birinchi sabab:** 2,4,6-uchnitro-N,N-dimetilaminning azot atomida joylashgan ikkita metil guruhining musbat induksion  $+$ I ta'siri tufayli azot atomi atrofidagi elektron zichlik ortganligi uchun bu biokimadagi asoslik hara 2,4,6-uchnitroanilinning asosligidan katta bo'ladi.

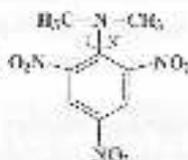


$pK_a = 9.3$

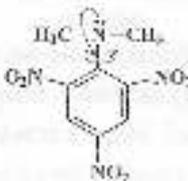


$pK_a = 4.7$

**Ikkinchi sabab:** Fazoviy qiyinchilik tufayli 2,4,6-uchnitro-N,N-dimetilaminidagi benzoil yadrosi bilan N,N-dimetilamino- guruhining koplanaqligi ko'proq buziladi:



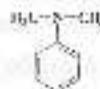
Buning natijasida asoslikning kamayishiga sabab bo'luvchi N,N-dimetilamin - guruxi azot atomining musbat mezomer ta'siri xam kamayadi, azot atomining asosligi ortadi:



Bu sabab 2,4,6-uchnitro-N,N-dimetilamin asosligining 2,4,6-uchnitroanilinning asosligidan katta bo'lishining asosiy sababidir.

3. Quyidagi biritmalarning asosligi qaysi tartibda ortadi:

1. N,N-dimetilamin:



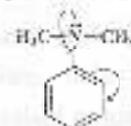
2. Benzxinuklidin



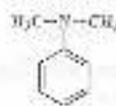
3. Xinuklidin



**Yechish:** Azot atomining benzoil yadrosiga nisbatan ko'rsatadigan musbat mezomer ta'siri  $+M$  tufayli N,N-dimetilaminning asosligi alifatik aminlar yoki bizning misolimizdagi benzxinuklidin va xinuklidin asosligidan asosligidan kichik bo'ladi:



Benzxinuklidin molekulasida fazoviy qiyinchilik tufayli bu ta'sir keskin kamayadi, asoslik esa ortadi. Xinuklidin molekulasidagi azotning asosligi eng katta bo'ladi.



$pK_a = 5.07$



$pK_a = 7.29$



$pK_a = 14.58$

## 12. MEZOMERIYA VA REAKSION MARKAZNING KO'CHISHI

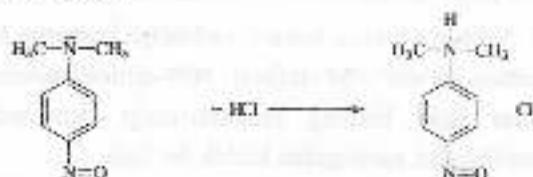
Molekulada atomlar yoki guruhlarining bir-biriga mezomer ta'siri tufayli reaksiyaga kirishayotgan molekulalar tarkibidagi faol reaksiyon markazning ko'chishi sodir bo'ladi. Boshqacha so'z bilan aytganda reaksiyaga kirishishi kerak bo'lgan markaz mezomeriya tufayli, reaksiyaga kirishmay, molekulaning boshqa qismida reaksiyon markaz paydo bo'ladi va reaksiyaga kirishadi. Kutilgan reaksiya o'rniga boshqa reaksiya sodir bo'ladi.

**Misollar.**

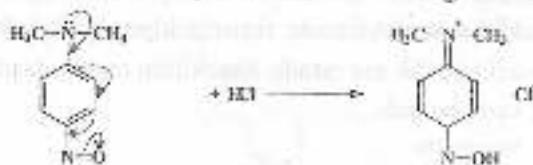
1. *p*-Nitro-N,N-dimetilanilina xlorid kislotasi ta'sir ettirilsa qanday mahsulot hosil bo'ladi?



**Yechish.** Bu reaksiya kislotasi bilan (HCl) asosning ( ) o'zaro ta'sir reaksiyasidir. Bu reaksiya natijasida, odatda, quydagicha mahsulot hosil bo'lishi kerak edi:

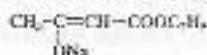


Ammo reaksiya shu tarzda sodir bo'lmaydi, molekulada atomlarning uzoq masofaga ta'sir etuvchi mezomer ta'siri tufayli reaksiya markaz ko'chadi va proton kislorod atomiga birikadi:



2. Natriyatsetosirka efirini metilyodid bilan metillash reaksiyasi tenglamasini yozing.

**Yechish.** Natriyatsetosirka efiri enol tuzilishga ega:

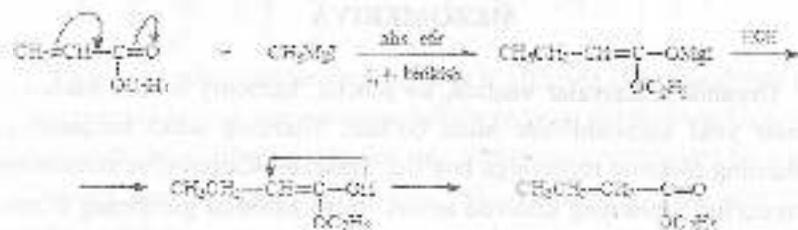


Uning metilyodid bilan reaksiyasi enolat kislorod atomi xisobiga borishi kerak edi. Ammo mezomeriya tufayli reaksiya markaz kislorod atomidan uglerod atomiga ko'chadi va reaksiya uglerod atomi xisobiga ketadi:

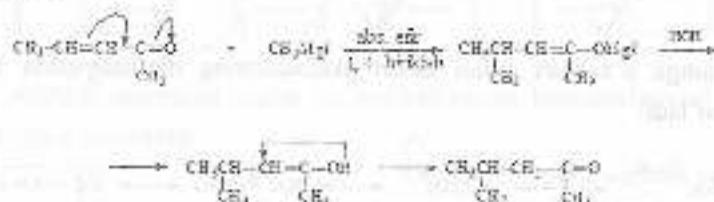


3. Etilakrilat va penten-3-on-2 larning metilmagniy yodid bilan reaksiya tenglamalarini yozing.

**Yechish.** Murakkab efirlar, aldegid yoki ketonlar Grinyar reaksiyasi bilan reaksiyaga kirishganda, odatda, karbonil guruhga magniy organik birikmaning birikishi sodir bo'ladi. Ammo, karbonil guruhining molekuladagi C=C bog'i elektronlari bilan mezomer ta'sirlashuvi mavjud bo'lsa, bu reaksiya karbonil guruhiga emas, balki C=C qo'sh bog' hisobiga ketadi, reaksiya markaz ko'chadi:



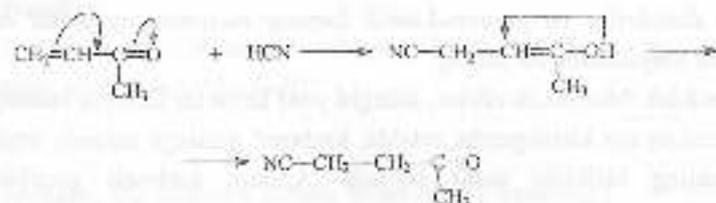
Penten-3-on-2 ham, asosan, 1,4-birikish xisobiga reaksiyaga kirishadi:



4. Metilvinil ketonga vodorod sionidning birikish reaksiya tenglamasini yozing.

**Yechish.** Bu reaksiya ham yuqoridagi misolga o'xshash bo'lib molekuladagi atomlarning mezomer ta'siri tufayli reaksiya 1,2- (ya'ni karbonil guruh hisobiga) emas, balki 1,4-holatda sodir bo'ladi:



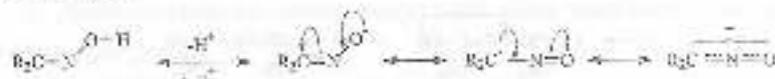


### 13. ION VA RADIKALLARDAGI HAMDA UCH A'ZOLI XALQA TUTGAN TO'YINMAGAN BIRIKMALARDAGI MEZOMERIYA

Organik reaksiyalar vaqtida, ko'pincha, karbonyonlar: karbokatyonlar yoki karbuonionlar hosil bo'ladi. Ularning ichki barqarorligi ionlarning elektron tuzilishiga bog'liq. Masalan: Karboksilat anionining barqarorligi ionlarning kislorod anioni bilan karbonyl guruhning o'zaro mezomer ta'siri bilan tushuntiriladi:

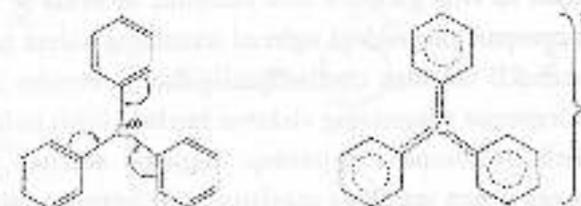
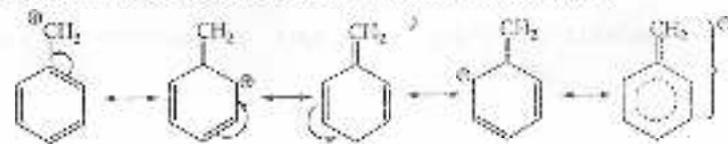


Shunga o'xshash anion keton oksimlarining dissotsiyasida ham hosil bo'ladi:

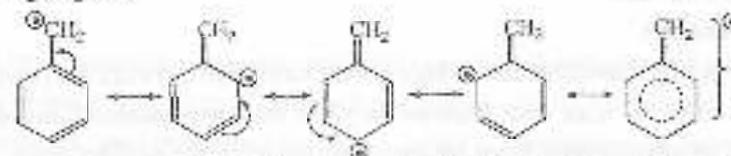


Alkil guruhlar tarkibidagi elektronnakseptor atomlar bunday manfiy zarrachalar qarorligining ushishiga yordam beradi.

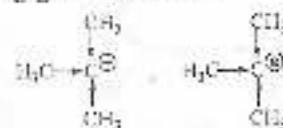
Mono-, di- va ucharimetil karbonyonlari (karbokatyonlar) birinchi navbatda aromatik yadrodagi  $\pi$ -elektronlar vositasida (ularning  $-\text{M}$  musbat mezomer ta'siri tufayli) barqarorlashadi. Natijada musbat zaryad barcha aromatik yadrolar o'rtasida bir tekis taqsimlanadi:



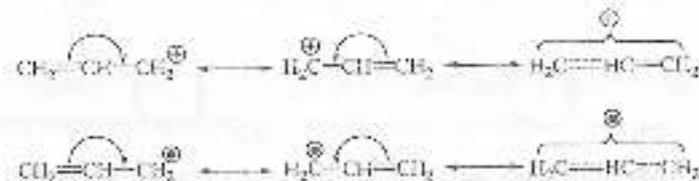
Azar aromatik yadrolarning o- va p- holatlarida elektronodonor guruhlar mavjud bo'lsa, ular xam musbat zaryadning delokallashtirishiga yordam beradi. Shu xildagi radikallar (toq elektronli zarrachalar) ning stabilizatsiyasi ham o'xshashdir, chunki erkin radikallar ham elektrofil tabiatga egadir:



Alifatik qatordagi ionlar va radikallarning barqarorlashuvi yuqoridagiga o'xshashdir:



Uchlanchi butil kationi va radikalining metil guruhlarining musbat induksion ta'sir tufayli barqarorlashishi.

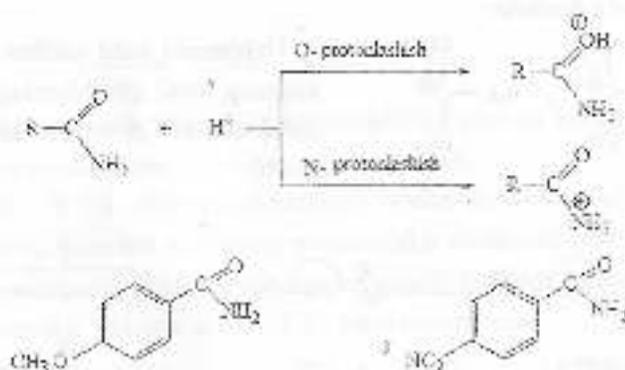


Allil kationi va radikali vinil guruhining musharq mezoimer +M ta'siri tufayli barqarorlashadi. Shu sababli uchlamchi butil va allil kation va radikalari barqaror zarrachalardir.

Uch a'zoli xalqa tutgan vinilsiklopropan kabi birliklarda siklopropan xalqasi va vinil guruhi o'zaro mezoimer ta'sirida bo'ladi. Bunga sabab siklopropan xalqasidagi uglerod atomining valent burchaklari tetradrik burchakli xolatdan chetlashganligidir. Bunday chetlanish uch a'zoli siklopropan xalqasining elektron tuzilishi bilan tushuntiriladi. Bu tushuntirish siklopropan xalqasidagi uglerod atomlari  $sp^2$ -gibrid elektronlarga ega degan taxminga asoslanadi. Siklopropan xalqasida  $\sigma$ -,  $\pi$ - yoki  $\tau$ - (tau "banan") bog'lar mavjud deb taxmin qilinadi. Amalda siklopropan xalqasidagi bog'lar oddiy  $\sigma$ -bog' bilan  $\pi$ -bog' o'rtasidagi oraliq holatni egallaydi. Shuning uchun vinilsiklopropan molekulasidagi xalqa birikish reaksiyalarida alilsiklopropunga nisbatan oson reaksiyaga kirishadi.

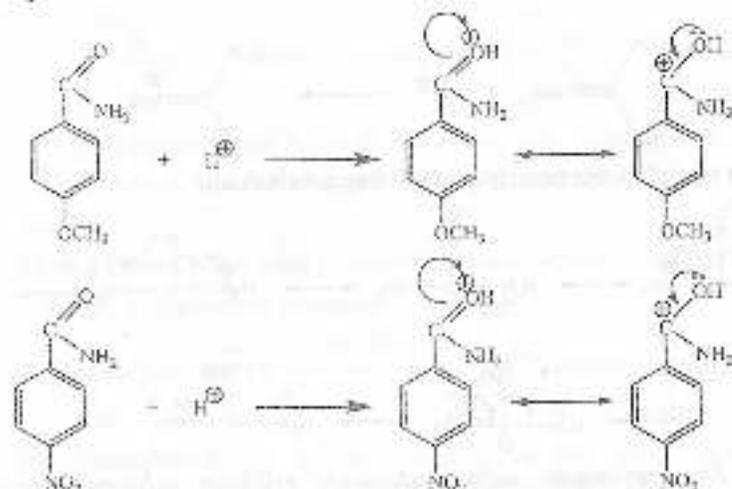
#### Misolalar.

1. Kislota amidlari tuzilishiga qarab kislotalar ta'sirida kislota O-atomini bo'yicha ham, azot N-atomini bo'yicha ham protonlanishi mumkin. Quyidagi amidlarning qaysi birida o-protonlanish ehtimoli ko'proq?

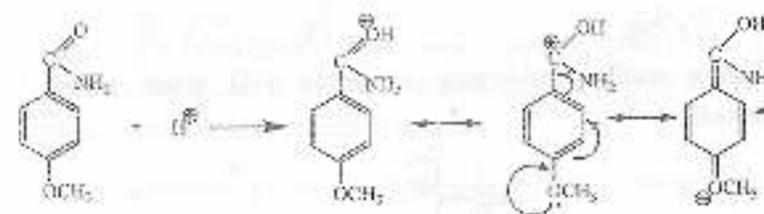


**Yechish.** Ma'lumki, qaysi amidning O-protonlanishi natijasida hosil bo'lgan ionning barqarorligi katta bo'lsa, shu amidga ko'proq O-proton-

lanish sodir bo'ladi. Ikala amidning O-protonlanish mahsulotlarini yozib ko'raylik.



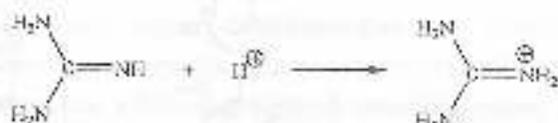
O-protonlanish natijasida hosil bo'lgan karbokation benzol xalqasining p-holatida turgan elektronodonor guruh (-OCH<sub>3</sub>) vositasida barqarorlashadi, elektronosseptor guruh (-NO<sub>2</sub>) vositasida esa qarorsizlanadi. Demak, p-metoksibenzamidida O-protonlanish ehtimolligi ko'pdir.



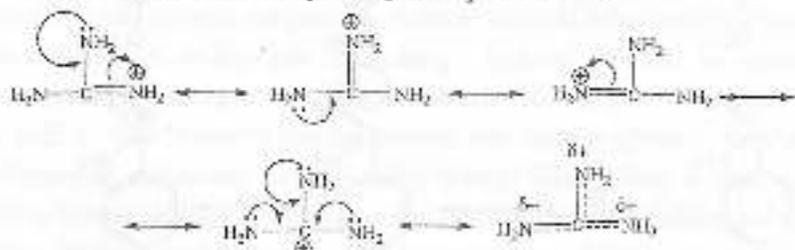
1. Guanidin (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>C-NH<sub>2</sub> ga proton biriktiranda hosil bo'ladigan kationning mezoimer (rezonans) formulalarini yozing.

**Yechish.**

Guanidining proton birikish sxemasini yozasiz:

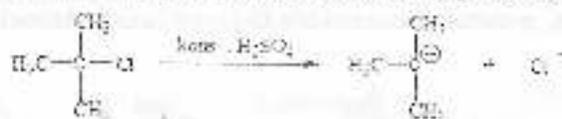


Bu ion ichki mezomeriya tufayli barqarorlashadi:

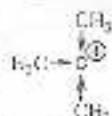


2. Konsentrlangan sulfat kislotasida eritilgan uchlamchi butil xlorid is gazi bilan to'yintirilgan va suvga qo'yilgan. Bunda uchmetil sirka kislotasi hosil bo'lgan. Bunga sabab nima?

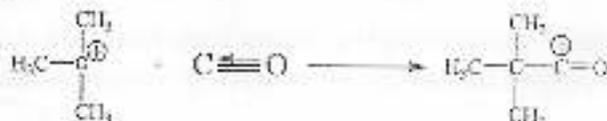
**Yechishi.** Uchlamchi butilxlorid konsentrlangan sulfat kislotada eritmasida dissotsilanadi va uchlamchi butil kationi hosil bo'ladi:



Bu kation metil guruhlarning induksiya (+I) ta'siri tufayli barqarorlashadi:



Bu kation is gazi bilan quydagicha reaksiyaga kirishib yangi kation hosil qiladi:



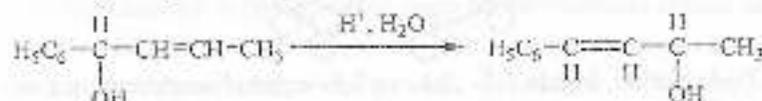
Yangi kation esa suv bilan reaksiyaga kirishib uchmetilsirka kislotasini hosil qiladi:



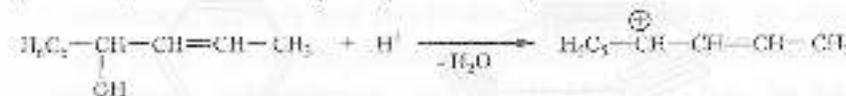
3. 4-fenil-buten-2-ol-4 kislotali suv eritmasida qizdirilganda ason izomerlanib 4-fenil-buten-3-ol-2 ga aylanadi. Bunga sabab nima?

**Yechish.**

4-fenil-buten-2-ol-4 ning izomerlanib 4-fenil-buten-3-ol-2 ga aylanish reaksiya tenglamasini yozamiz:



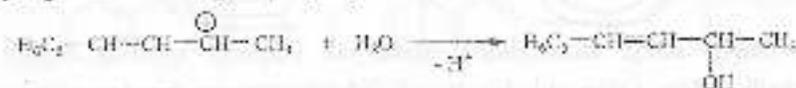
Bu izomerlanishning sababi reaksiya vaqtida ortiq mahsulot (zaracha) sifatida karboniy ion (karbokation) hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan bu karbokation qo'sh bog'dagi elektronlarning musbat mezomer ta'siri tufayli barqarorlashadi va buning natijasida yangi mezomer karbokation hosil bo'ladi:



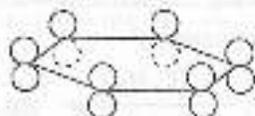
Bu karbokation esa suv bilan reaksiyaga kirishib reaksiyaga olingan spirtga izomer bo'lgan spirtga aylanadi:



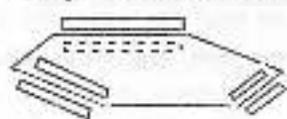
#### 14. AROMATIK HOLAT. XYUKKEL QOIDASI

Organik kimyoning asosiy muammolaridan biri benzol va uning tuzilishi bilan bog'liq bo'lgan. Bu muammoni 1931-yilda E. Xyukkel to'liq mexanikasi yordamida hal qildi.

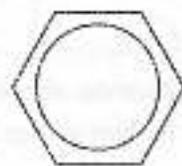
$C_6H_6$  – benzol molekulasining yassi (tekis) tuzilishi uglerod atomlari elektronlarining  $sp^2$ -gibridlanishiga ega ekanini ko'rsatadi. Har bir uglerod p-atom orbitallarining o'qlari xalqa tekisligiga perpendikulyar joylashgan:



Tushunarliki, bunda 1,2- ,3,4- va 5,6- uglerod atomlarining p-atom orbitallari yonama tutashishi mumkin va natijada lokallangan molekulyar orbitallar yoki Kekule strukturasi hosil bo'ladi.



Haqiqatda esa, har bir p-orbital ikki tomonlama tutashadi va bunda delokallangan molekulyar orbitallar hosil bo'ladi:



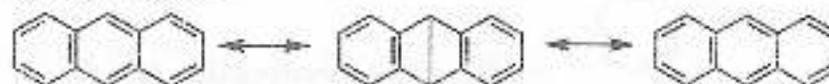
Bunda xalqa tekisligining pastki va yuqorisi qismida manfiy zaryadli ikkita xalqa mavjudga keladi. Elektronlarning bunday taqsimlanishi shu bilan isbot qilinadiki, benzol molekulasidagi uglerod-uglerod bog'lar bir xil  $1,40 \text{ \AA}$  ( $0,140 \text{ nm}$ ) uzunlikka ega. Bu uzunlik oddiy  $1,54 \text{ \AA}$  va qo'sh  $1,34 \text{ \AA}$  bog'lar uzunligining o'rtacha qiymatidir. Molekula muntazam oltiburchakdan iborat bo'lib unda oddiy bog' ham, qo'sh bog' ham amalda yo'q.

Benzol yuqori barqarorlikka ega bo'lgan molekuladir. Bu barqarorlikning sabablari quyidagilardan iborat:

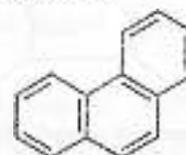
1. Har bir uglerod atomidagi uchta  $\sigma$ -bog' bitta tekislikda yotadi va bir-biriga nisbatan  $120^\circ$  li optimal burchakda joylashadi.

2. Barcha oltita p-elektronlar siklik delokallangan molekulyar orbitallar hosil qilishda ishtirok etadi. Elektronlarning bunday taqsimlanishi ularning uchta lokallangan  $\pi$ -orbitallarda taqsimlanishidan energetik jihatdan qulayroqdir. Benzol gidrogenlanganda uch mol siklogeksen gidrogenlangandagiga nisbatan  $36 \text{ kkal/mol}$  kam energiya ajralib chiqadi. Bu energiya stabilizatsiya yoki delokallashtirish energiyasi deb ataladi. Siklik delokallashtirish tufayli molekulaning barqarorlashishi benzol uchun birikish reaksiyasi emas, balki almashinish reaksiyasi xarakterli ekanini tushuntiradi. Almashinish reaksiyalarida aromatiklik to'liq saqlanadi, birikish reaksiyasida esa u buziladi.

Xyukkel qoidasi bo'yicha aromatik birikmalardagi delokallangan  $\pi$ -elektronlarning umumiy soni (N)  $N=4n+2$  qiymatga ega bo'ladi. Bunday  $n = 0,1,2, \dots, n$  natural sonlardir. Demak, aromatik birikmalardagi delokallangan elektronlarning soni 2,6,10,14,18 va h.k. bo'lishi mumkin. Molekula aromatik holatda bo'lishi uchun 6 ta  $\pi$ -elektronni Kekule formulasidek 3 ta qo'sh bog'ga guruhlash mumkin bo'lishi kerak. Bu shart chiziqli kondensirlangan aromatik birikmalarda (atsenlarda) bajarilmaydi. Masalan, antratsen uchun faqat 2 ta yadro uchun bunday formula yozish mumkin, uchinchi yadro esa uchta qo'sh bog' bilan yuzilmaydi:



Fenantrenda esa shart bajariladi:



Shuning uchun antratsenning aromatik xarakteri fenantrennikidan kamroq va u 9,10-holatlarida diefalar kabi birikish reaksiyasiga kirishadi. Yuqori molekulyar atsenlarda dienli xarakter yanada kuchlidir.

Yuqorida keltirilgan antratsen formulalarining ikkinchisidagi o'rtqa balqa 1867-yilda Dyuar tomonidan benzol uchun taklif qilingan formulaga mos keladi:



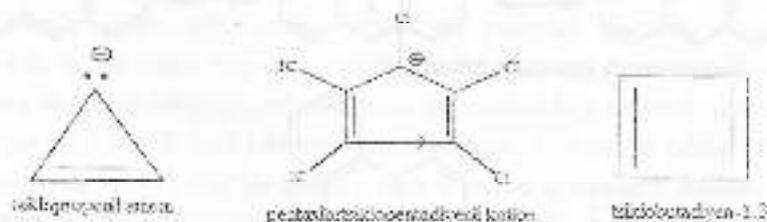
Dyuar benzoli deb ataluvchi moddaning molekulasini tekis bo'lmagan tuzilishga ega. Benzol uchun taklif qilingan prizma (Ladenberg), benzvalen (Xyukkel)lar ham tekis tuzilishga ega emas:



Benzolning valent izomerlari deb ataluvchi bu moddalar aromatik birikmalar emas, ular ultrabinafsha nurlar ta'siri ostida bir-biriga, shu jumladan aromatik benzolga aylanadi.

#### Antiaromatiklik

$N=4n$   $n = 0, 1, 2, \dots, n$  formulaga mos keladigan, kon'yugirlangan  $\pi$ -elektronlar sistemasiga ega bo'lgan siklik birikmalar antiaromatik birikmalar deyiladi. Masalan, siklopropenil anioni, pentaxlorosiklopentadienil kationi, siklobutadien-1,3 kabilar antiaromatik birikmalar:



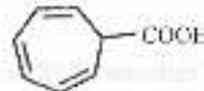
#### Gomoaromatiklik

Notekis tuzilishga ega bo'lgan, kon'yugirlangan qo'shbog' elektronlarining fazoda yaqinlashib o'zaro ta'sirlashishi natijasida vujudga keladigan siklik sistemalar gomoaromatik sistemalar deyiladi. Bunday birikmaga gomotropily kationi misol bo'ladi.



#### Misolalar va masalalar

1. Quyida keltirilgan birikmalardan qaysilari aromatik birikmalar?

- a) 1,2,3-uchfenilsiklopropenil kationi 
- b) Siklooktatrien dianioni 
- v) Siklobutadien 
- g) p-benzoxinon 
- d) 2,4,6 - siklogeptatrien-1-karbon kislota 

#### Yechish.

Bu misollarni yechish uchun Xyukkelning aromatiklik qoidasini qo'llaymiz.

a) 1,2,3-trifenilsiklopropenil kationi uchun Xyukkel qoidasini  $N=4n+2$  ni qo'llash mumkin. Bu formulada  $n=0$ ,  $N=2$ . Shuning uchun

bu kation aromatik modda, uning formulasini quydagicha yozish mumkin.



b) Siklooktatrien dianioni ham Xyukkel qoidasiga bo'ysunadi  $n=2$ ,  $N=10$ . Dianion 10 ta delokallashtirilgan  $\pi$ -elektron sistemasiga ega. Shuning uchun u aromatik xarakterga ega.



v) Xyukkel qoidasi buziladi, chunki  $N=2, 6, 10, \dots$  bo'lishi kerak. Siklobutadien aromatik modda emas.

g) p-Benzoxinon molekulasida yopiq  $\pi$ -elektron sistemasiga ega emas, Xyukkel qoidasiga bo'ysunmaydi. Shuning uchun u aromatik xossaga ega emas, balki u siklik to'yinmagan keton, xolos.

d) 2,4,6-siklogeptatrien-1-karbon kislotasi yadrosidagi elektronlar yopiq, tutashtirilgan sistemani tashkil qilmaydi,  $\pi$ -elektronlar soni  $N=6$  bo'lishiga qaramay bu moda aromatik emas.

### 15. MOLEKULADAGI ATOMLAR TA'SIRINI MIQDORIY JIHATDAN ANIQLASIL KORRELYASION TENGLAMALAR. O'RINBOSARLAR VA REAKSIYALARNING KONSTANTALARI

O'rinbosarlar ta'sirini hozirgi vaqtda ko'pincha yarim-empirik usul bilan hisobga olinadi. Bu usul reaksiyaning muvozanat yoki tezlik konstantasini asos qilib olishi mumkin:

$$\Delta G^0 = -2,3 RT \lg K_{\text{muv}} \quad - \text{muvozanatdagi reaksiyalar uchun.}$$

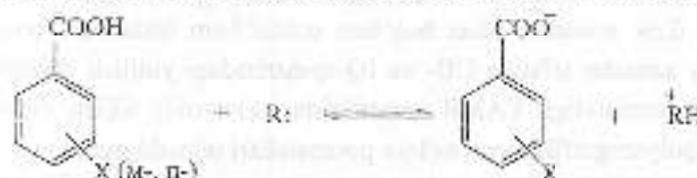
$$\Delta G^{\ddagger} = -2,3 RT \lg K_{\text{tez}} \quad - \text{reaksiya tezligi uchun.}$$

Bunda,  $\Delta G^0$  — standart erkin energiyaning o'zgarishi;

$\Delta G^{\ddagger}$  — standart aktivlanish energiyasining o'zgarishi;

T—absolyut temperatura; R—universal gaz doimiyi

Muvozanatdagi reaksiyaga misol qilib m- va p- holatlarida o'rinbosarlar nitgen henzoy kislotalarining dissotsiatsiyasini olish mumkin:



Bunda X-o'rinbosarining induksion va mezomer ta'siri birgalikda olib qaraladi. O'rinbosarlar m- va p-holatlarda bo'lgani uchun ularning dissotsiatsiyaga fazoviy ta'siri bo'lmaydi.

X-o'rinbosar ta'sirini shartli ravishda ta'sirni uzatish mexanizmi va reaksiya markazining elektron ta'siriga sezgirlikni hisobga oluvchi  $\sigma$  faktoriga ko'paytirilgan S harfi bilan ifodalaymiz ( $S\sigma$ ).

Erituvchi-reagentning ta'sirini erkin energiya tarkibiga kiruvchi  $\beta$ -sezgirlik faktoriga ko'paytirilgan r xarfi bilan ifodalaymiz ( $r\beta$ ).

Vodorodi almashingan va almashinmagan kislotalar uchun dissotsiatsiya konstantalarini mos ravishda quydagicha ifodalash mumkin:

$$\lg K_X = S\sigma + r\beta \quad \text{va} \quad \lg K_0 = S_0\sigma + r\beta$$

Bu konstantalar ayirmasi yoki farqi esa quydagicha topiladi:

$$\lg K_X - \lg K_0 = \lg \frac{K_X}{K_0} = \sigma\beta (S - S_0)$$

Agar vodorodni o'rinbosar sifatidagi ta'sirini hisobga olinmasa, ya'ni  $S_0=0$  bo'lsa va  $S\sigma=\sigma$ ,  $r\beta=\rho$  deb olinsa tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\lg \frac{K_X}{K_0} = \rho\sigma$$

Bu tenglama empirik jihatdan Gammet tomonidan keltirib chiqarilgan bo'lib, uning nomi bilan yuritiladi. Tenglama o'rinbosarlar ta'sirini erkin energiya bilan bog'lagani uchun, u, erkin energiyaning chiziqli bog'lanishi (korrelyatsiyasi) deb ataladi. Shuning uchun bu tenglama *korrelyatsion tenglama* deb ataladi. Bu tenglamadagi  $\sigma$ -o'rin-

bosarning konstantasi deb ataladi.  $p$ -erituvchi, temperatura va reagent xarakteri bilan bog'liq bo'lgan faktorlarni o'z ichiga oluvchi reaksiya konstantasi deb ataladi. Bunday tenglamalar o'rinbosurlar ta'sirini moddaning fizik xossalari bilan bog'lash uchun ham ishlatilishi mumkin. Bunday xossalarda UB- va IQ-spektrlardagi yutilish chizig'ining o'rni va intensivligi, YAMR spektrlaridagi kimyoviy siljish, dipol momenti, polyarografik yarim to'liqin potentsiallari olinishi mumkin.

$m$ - va  $p$ -holatlardagi vodorodi almashingan benzoil kislotalarining suvdagi va  $25^{\circ}\text{S}$  dagi dissotsiatsiyasi uchun reaksiya konstanta shartli ravishda  $\rho=1$  deb olinadi. Bunda  $\lg K_X - \lg K_H$  yoki  $pK_H - pK_X$  ayirma bevosita o'rinbosar  $X$  ning konstantasini beradi, ularni esa boshqa reaksiyalarning  $\rho$  konstantalarini hisoblash uchun ishlatish mumkin.

$\sigma$ -konstanta musbat ishoraga ega bo'lsa (+), o'rinbosar reaksiya markazidagi musbat (+) zaryadni oshiradi, ya'ni o'rinbosar  $-I$  va  $-M$  ta'sirlarga ega bo'ladi, vodorodi almashingan benzoil kislotalarining kuchi benzoil kislotalarining kuchidan katta bo'ladi.

$\sigma$ -konstanta manfiy ishoraga ega bo'lsa (-), o'rinbosar reaksiya markazidagi manfiy (-) zaryadni oshiradi, ya'ni u  $+I$  va  $+M$  ta'sirlarga ega bo'ladi, bunda vodorodi almashingan kislota benzoil kislotalarining o'ziga qaraganda kuchsiz bo'ladi.

$\rho$ -konstanta (+) musbat ishorali bo'lsa- bu nukleofil reaksiyaning helgisidir.

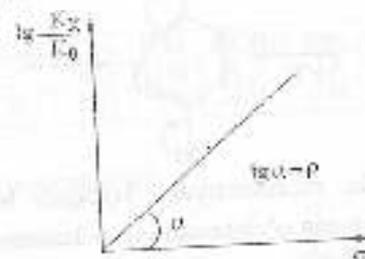
$\rho$ -konstanta (-) manfiy ishorali bo'lsa- bu elektrofil reaksiyaning helgisidir.

$\rho$ -konstantaning absolyut qiymati  $|\rho|$  kichik bo'lsa u reagentlar reaksiya qobiliyatining katta ekanini bildiradi.

$\rho$ -konstantaning absolyut qiymati  $|\rho|$  katta bo'lsa reagentlarning reaksiya qobiliyati past bo'ladi.  $\rho$ -Tegishli reaksiyaning elektronga bo'lgan ehtiyojining o'lchovidir.

Gammet tenglamasi va boshqa korrelyasion tenglamalar grafik tarzda to'g'ri chiziq bilan ifodalanadi. Odatda  $\lg K_X/K_H$  ning  $\sigma$ -ga bog'liqlik grafigi chiziladi. Bunda ordinata o'qiga tajribada topilgan  $\lg K$  ning

qiymatlari, absissa o'qiga esa  $\sigma_X$  qiymatlari qo'yiladi. Olingan to'g'ri chiziqning yoriqligi ( $\rho$ )  $\rho$ -konstantasini beradi.



Gammet tenglamasining grafigi

Quyida ba'zi o'rinbosarlarning  $\sigma$ - (Gammet) konstantalari keltirilgan.

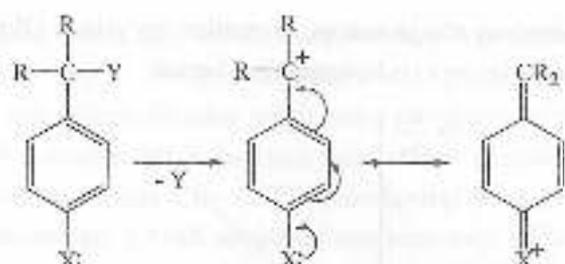
X	H	O	COO	CH <sub>3</sub>	Uchlanchi C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>
$\sigma_{-}$	0	-0,7	-0,1	-0,07	-0,1	+0,06	+0,12	+0,11	-0,16
$\sigma_{+}$	0	-0,52	0	-0,17	-0,2	-0,01	-0,57	-0,27	-0,66

F	Cl	CN	NO <sub>2</sub>	<sup>+</sup> NH <sub>3</sub>
-0,53	-0,37	+0,56	+0,71	+0,63
+0,06	+0,23	+0,63	+0,78	-

O'rinbosarlarning boshqa konstantalari.

#### $\sigma^+$ - Braun konstantalari

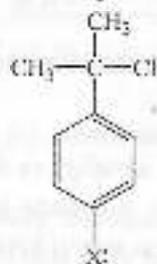
O'rinbosarning reaksiya markazidan uzoqligi va dipol orientatsiyasining turlicha bo'lganligi uchun  $m$ - va  $p$ -holatda joylashgan bir xil o'rinbosar uchun turli konstanta ishlatilishga to'g'ri keladi. Masalan, benzil turdagi birikmalarda reaksiya vaqtida hosil bo'ladigan elektron taxchilik (kation yoki radikalning hosil bo'lishi) tegishli  $p$ -holatdagi o'rinbosarning mezomer ta'siri tufayli ma'lum darajada kamayishi mumkin:



Buning natijasida, mezomeriyaga layoqatli bo'lgan sistemaning uzayishi kuzatiladi, bu esa o'rinbosarning  $\sigma$ -konstantasiga ta'sir qiladi. Bu holda o'rinbosar ta'siri mezomer +M ulushining ko'payishini hisobga olish kerak.

Bu ta'sir maxsus konstanta  $\sigma^+$ -o'rinbosarning elektrofil konstantasi - Braun konstantasi yordamida ifodalanadi. Ular odatdagi  $\sigma$ - (Gammet) konstantalarga nisbatan manfiyroq qiymatlarga ega.  $\sigma^+$ -konstantalar p- holatda joylashgan +M ta'sirga ega bo'lgan o'rinbosarlarga taaluqli, xolos, m- holatdagi va -M ta'sirga ega bo'lgan p- holatdagi barcha o'rinbosarlar uchun odatdagi  $\sigma$ - (Gammet) konstantalar o'z kuchida qoladi.

$\sigma^+$ -konstantalar uchlamchi-kumilxloridlarning 25°C da 90 % li suvli atsetondagi gidrolizi tezligi konstantalari asosida aniqlangan.



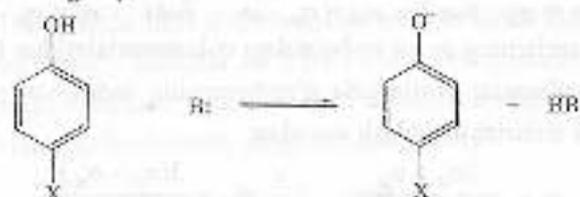
Uchlamchi kumilxlorid

O'rinbosarlarning elektrofil konstantalari aromatik qatordagi elektrofil almashinish reaksiyalarini o'rganishda ayniqsa muhimdir. Odatdagi  $\sigma$ -konstantalar (Gammet konstantalari) bilan korrelyasiya (chiziqli bog'lanish) bo'lmaydi.

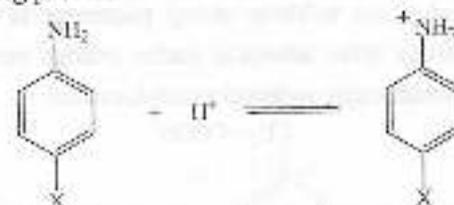
Quyida ba'zi o'rinbosarlarning  $\sigma^+$ -Braun konstantalari keltirilgan. Taqqoslash uchun Gammet  $\sigma$ -konstantalar ham berilgan:

X	H	CH <sub>3</sub>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	F	Cl
$\sigma^+$	0	-0.31	-0.25	-0.18	-0.92	-0.75	-1.3	-1.7	-0.07	+0.1
$\sigma$	0	-0.17	-0.20	-0.01	-0.37	-0.27	-0.56	-	+0.06	-0.23

Fenollarning deprotonlanishi:



Anilinlarning protonlanishi:



kabi reaksiyalarida p-holatda joylashgan o'rinbosarlarning kuchli manfiy mezomer - M ta'sirini hisobga olgan nukleofil  $\sigma^+$  konstantalar ishlatilgandagina yaxshi korrelyasiya olinadi, chunki ularda mezomeriyaning kuchli ta'siri hisobiga olingan bo'ladi.  $\sigma^+$  konstantalarning qiymati odatdagi  $\sigma$ -konstantalarga (Gammet konstantalariga) nisbatan musbatroq qiymatga ega bo'ladi. Masalan:

X	-NO <sub>2</sub>	-CHO	-CN	-COCH <sub>3</sub>
$\sigma^+$	+1.27	+1.03	+0.88	+0.81
$\sigma_p$	-0.43	0.43	+0.60	+0.50

$\sigma^+$  konstantalari analkid o'-Braun konstantalariga nisbatan kamroq ishlatiladi.

Shunday qilib, elektronga bo'lgan talabi turlicha bo'lgan turli reaksiyalarda o'rinbosarning induksion va mezomer ta'sirlarining hissasi

turlicha bo'ladi. Shuning uchun har bir o'rganilayotgan yangi reaksiya uchun o'rinbosarning yangi konstantalarini qo'llashga to'g'ri keladi, chunki ayni shu holdagina korrelyatsiya yaxshi bo'ladi. Hozirgi vaqtda bunday konstantalarning soni 40 tadan ko'p.

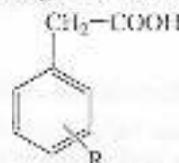
Agar p-holtdagi o'rinbosarning ta'siri faqat induksion ( $\sigma_I$ ) va mezomer ( $M$ ) ta'sirlardan iborat deb olinsa, quyidagi tenglamalar to'g'ri bo'ladi.

$$\sigma_p = \sigma_I + \sigma_M; \text{ bundan } \sigma_M = \sigma_p - \sigma_I \text{ yoki } \sigma_I = \sigma_p - \sigma_M$$

O'rinbosarlarning p- va m-holtdagi  $\sigma$ -konstantalaridan foydalanib quyidagi tenglamalar yordamida o'rinbosarning induksion  $\sigma_I$  va mezomer  $\sigma_M$  ta'sirlarini hisoblash mumkin:

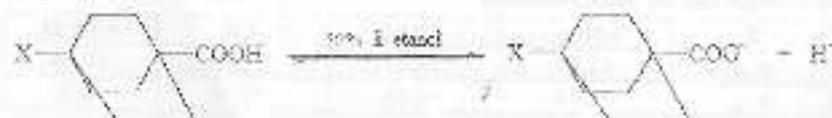
$$\sigma_I = \frac{3\sigma_m - \sigma_p}{2}; \quad \sigma_M = \frac{3(\sigma_p - \sigma_m)}{2}$$

O'rinbosar induksion ta'sirini uning mezomer ta'siridan ajratish uchun reaksiyon markaz bilan aromatik yadro orasiga mezomer ta'sirini yo'qotuvchi  $sp^3$ -gibridlangan uglerod atomi kiritiladi.



#### Induksion konstantalar - $\sigma_I$

4-holtda almashingan bitsiklo [2,2,2] oktankarbon kislotalar o'zining tuzilishiga ko'ra benzoil kislotalariga o'xshash bo'lgani uchun, ularning dissotsilanish konstantalari uchun o'shanday muvofiqliklardan foydalanish mumkin:



Reaksiya suvda emas, 50% li suvli etanolda o'tkazilgani uchun  $\rho=1$

emas, balki  $\rho=1,52$  ga teng. Shuning uchun  $\sigma_I = \frac{1}{1,52} \lg \frac{K_X}{K_0}$  bo'ladi.

Topilgan  $\sigma_I$  konstantalar o'rinbosarning faqat induksion ta'sirini ifodalaydi. Bu qiymatlar boshqa usullar bilan topilgan  $\sigma_I$  ning qiymatlariga to'liq mos tushadi.

Quyida ba'zi o'rinbosarlarning  $\sigma_I$  konstantalari keltirilgan:

X	H	CH <sub>3</sub>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	OH	OC(=O)CH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	F	Cl
$\sigma_I$	0	-0,5	-0,07	+0,10	+0,25	+0,26	-0,10	+0,10	+0,52	+0,47

#### Taft konstantalari - $\sigma^*$

Taft  $\alpha$ -holtda turli o'rinbosarlari bo'lgan sirk kislota efirlarini kislotali va ishqoriy muhitda suvli spirt yoki suvli atseton eritmalaridagi gidroliz reaksiyalarini o'rganib hamda reaksiyalarning nisbiy tezliklari orasidagi farqdan foydalanib, yangi tenglama tuzdi:

$$\lg \frac{K_X}{K_0} = \rho^* \sigma^*$$

bu yerda  $\sigma^*$ -o'rinbosarning Taft konstantasi.

Taft konstantasini aniqlashda standart sifatida sirk kislota olingan. Bu konstanta  $\sigma^*$  ni empirik asosda  $\sigma_I$  konstantasi bilan taqqoslash mumkin.

$$\sigma_I = 0,16 \sigma^*$$

Taft X-CH<sub>2</sub>-COOR dagi X o'rinbosar ta'sirini induksion va fazoviy ta'sirlardan iborat deb qabul qiloi:

$$\lg \frac{K_X}{K_0} = \rho^* \sigma^* + \delta \sigma_I$$

bu yerda  $\delta$  - X o'rinbosarning fazoviy konstantasi.

X-CH<sub>2</sub>-COOR ning kislotali gidrolizida ham, ishqoriy gidrolizida ham oraliq mahsulot sifatida tetraedrik uglerodli birkma hosil bo'lgani uchun X o'rinbosarning mezomer ta'siri kuzatilmaydi.

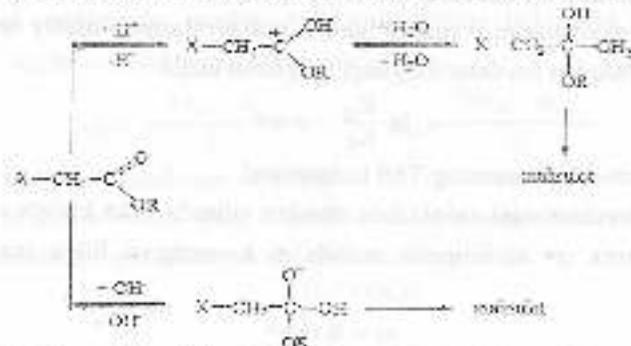
Kislotali gidrolizda avval proton, keyin suv birikadi va suvning birikishi reaksiya tezligini belgilaydi. Reaksiyaning birinchi bosqichini X-o'rinbosardagi elektronodonor o'rinbosarlar, ikkinchi bosqichini - elektronakseptor o'rinbosarlar tezlatadi. O'rinbosar X ga bo'lgan bunday qarama-qarshi talab uning ta'sirini yo'qqa chiqaradi va shuning

uchma reaksiyarning tezligi o'rinbosarning qutblanuvchi ta'siriga bog'liq bo'lmay, balki uning fazoviy ta'siriga bog'liq bo'lib qoladi.

$$\lg \left( \frac{K_X}{K_0} \right)_A = \sigma E_s$$

Shunday qilib, almashingan sirka kislota  $X-CH_2-COOR$  efitrlarining kislotali muhitda gidrolizi reaksiyalarini o'rganib  $X$ -o'rinbosarning fazoviy konstantalarini aniqlash mumkin.

Almashingan sirka kislota efitrlarining kislotali (A) va ishqoriy (V) muhitdagi gidrolizlarining sxemasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Efitrlarning kislotali va ishqoriy muhitda gidrolizidagi  $X$ -o'rinbosarga nisbatan bir xil fazoviy talab qo'yilgani uchun o'rinbosarning bunday ta'sirini yo'qqa chiqaruvchi tenglama tuzish mumkin:

$$\lg \left( \frac{K_X}{K_0} \right)_B = \lg \left( \frac{K_X}{K_0} \right)_A = (\rho_B - \rho_A) \sigma^*$$

$(\rho_B - \rho_A)$  suvli spirt yoki atseton eritmasida 2.48 ga teng. Shuning uchun yangi konstanta Taft  $\sigma^*$  konstantasi quyidagicha aniqlanadi:

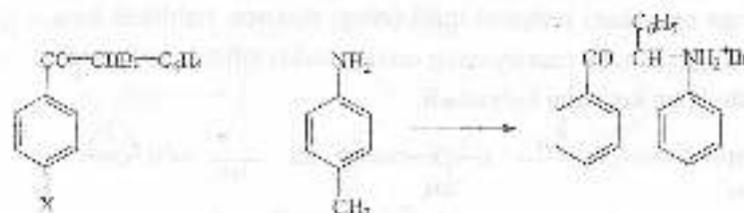
$$\sigma^* = \frac{1}{2.48} \left[ \lg \left( \frac{K}{K_{CH_3}} \right)_B - \lg \left( \frac{K}{K_{CH_3}} \right)_A \right]$$

Taft tenglamasi korrelatsion tenglamalarni qo'llash imkoniyatlarini kengaytiradi. Quyida ba'zi o'rinbosarlarning  $\sigma^*$  Taft konstantalari keltirilgan:

X	H	CH <sub>3</sub>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>	F	Cl	Br	NO <sub>2</sub>
$\sigma^*$	+0.49	0	-0.20	+0.50	1.53	+1.45	+3.1	+2.9	+3.6	+3.9

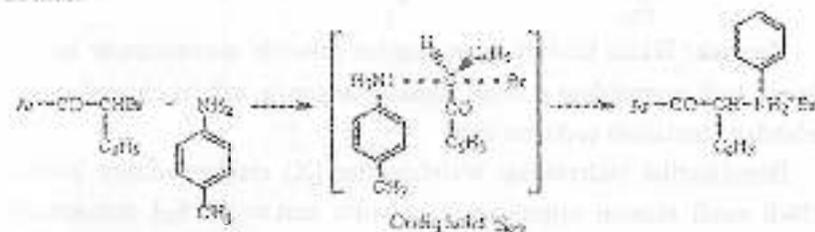
### Misolalar.

1. Quyidagi reaksiya tezligi Gammel konstantalari  $\sigma^-$  bilan yaxshi korrelyatsiya beradi va reaksiya konstanta  $\rho$  musbat qiymatga ega:



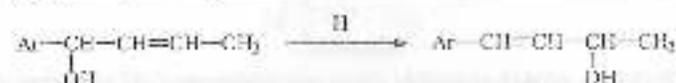
Berilgan ma'lumotlar asosida reaksiyaning mexanizmini tahlil qiling.

**Yechish:** Mazkur reaksiya to'yingan ( $sp^3$ ) uglerod atomidagi galojen atomining (bromning) aminoguruhga nukleofil almashinishidir. Reaksiya konstantasining musbat ishorasi ham uning nukleofil almashinish reaksiyasi ekanini tasdiqlaydi.  $\sigma^*$  yoki  $\sigma^-$  konstantalar bilan emas, balki tezlikning oddiy  $\sigma$ -Gammel konstantalari bilan yaxshi ehtiqli bog'lanishda bo'lishi reaksiya markazida musbat yoki manfiy ion hosil bo'lmagligini ko'rsatadi. Shuning uchun, reaksiya C-Br bog'i bo'yicha disotsilanish sodir bo'lmasdan,  $S_N2$  -sinxron jarayon tarzida ketadi:

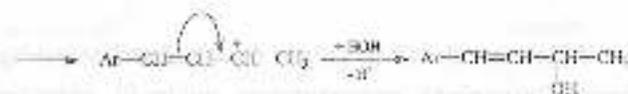
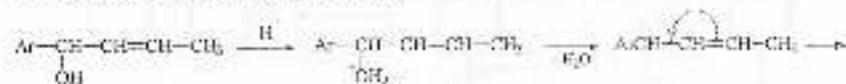


2. Aritpropenilkarbinollarning kislota katalizatorligida beradigan izomerlanish reaksiyasidagi Gammel tenglamasining reaksiya konstan-

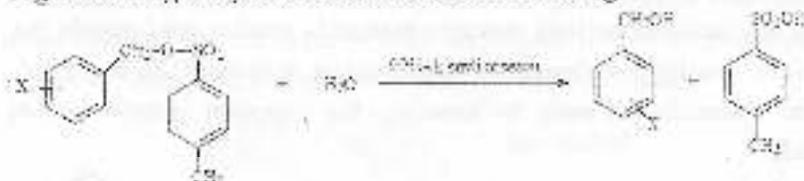
tasi  $\rho = -6,08$  qiymatga ega ekanligi ma'lum bo'lsa, u reaksiya mexanizmining qanday ekanligidan darak beradi?



**Yechish.** Ma'lumki,  $\rho$  ning absolyut qiymati katta va uning manfiy ishoraga ega ekanligi reaksiya markazidagi elektron zichlikda katta o'zgarish bo'lganidan va reaksiyaning oraliq modda sifatida karbokation hosil bo'lishi bilan ketishini ko'rsatadi:

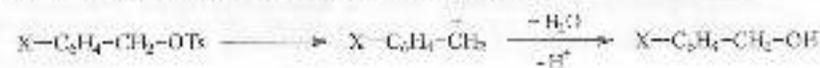


3. Quyidagi sxema bo'yicha boradigan, almashingan benziltozilatlarning 60% - li suvli atsetondagi solvoliz reaksiyasi uchun chiziqli bog'lanishning mavjud emaslik sababini tushuntiring.



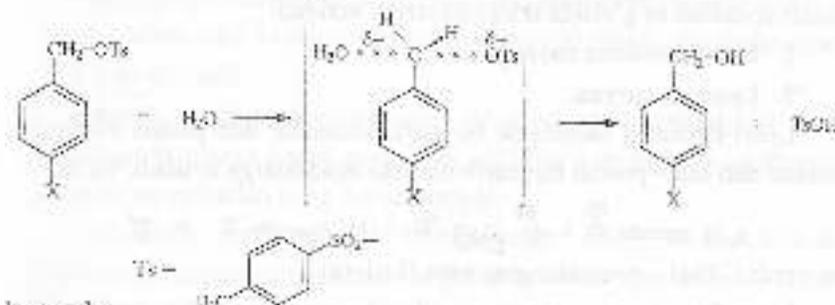
**Yechish:** Ikki ta bir-biri bilan raqobat qiluvchi mexanizmlar bir xil ishorali turli qiymatdagi  $\rho$  bilan xarakterlanganda, to'g'ri chiziqli bog'lanishdan chetlanish sodir bo'ladi.

Benziltozilat yadrosidagi o'rinbosarlar (X) elektronodonor bo'lsa, 60%-li suvli atseton eritmasidagi solvoliz reaksiyasi  $S_N1$  mexanizmi bo'yicha karbokation hosil bo'lish orqali ketadi:



Bu reaksiya  $\rho$  ning manfi ishorali katta qiymati bilan xarakterlanishi kerak, chunki oraliq holatda reaksiya markazida ancha katta qiymatli musbat zaryad hosil bo'ladi.

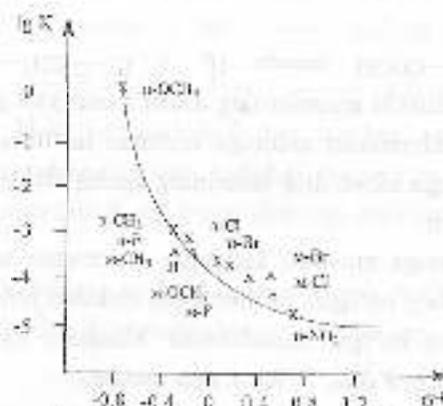
Elektroakseptor tabiatli o'rinbosarlar (X) bo'lganda reaksiya  $S_N2$  mexanizmi bo'yicha boradi:



bu yerda

Bunda  $\rho$  ning ishorasi o'zgarmaydi, ammo uning absolyut qiymati ancha kichik bo'lib qoladi.

Shunday qilib, to'g'ri chiziqli bog'lanishning yo'qligi reaksiya mexanizmining yoki reaksiya tezligini belgilovchi bosqichning o'zgarishidan darak beradi.



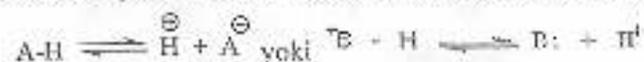
Almashingan benziltozilatlarning solvoliz reaksiyasi uchun bog'lanish egri chizig'i

## 16. ORGANIK BIRIKMALARNING KISLOTALI VA ASOSLI XUSUSIYATLARI

Anorganik kimyoda bo'lgani kabi organik kimyoda ham kislotalar va asoslar tushunchalari mavjuddir. Organik moddalarning kislotali yoki asosli xossalari to'g'risida ikkita nazariya mavjud:

1. Louri-Brensted nazariyasi;
2. Lyuis nazariyasi.

Louri-Brensted nazariyasi bo'yicha kislotalar deb proton beruvchi, asoslar deb esa – proton biriktirib oluvchi moddalarga aytiladi, ya'ni:



bu yerda, B-H – protonlangan asos (kislota)

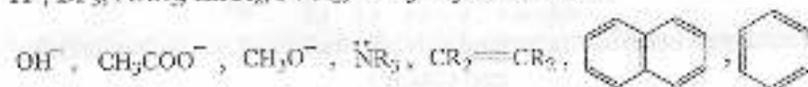
Louri-Brensted nazariyasi asosidagi bu tenglamalardan quyidagicha juda muhim xulosa kelib chiqadi:

Kuchli kislotaga kuchsiz asos mos keladi va aksincha kuchsiz kislotaga kuchli asos mos keladi. Maslan, sirka va xlor sirka kislotalar solishtirilganda xlor sirka kislota sirka kislotaga nisbatan taxminan 100 barobar kuchli ekanini aniqlanadi.



Ularga mos keluvchi anionlarning asosli xususiyati solishtirilganda esa atsetat anioni xloratsetat anioniga nisbatan taxminan 100 barobar kuchli asosdir. Bunga sabab xlor atomining kuchli elektronoakseptorlik xossaga ega ekanidir.

Lyuis nazariyasiga muvofiq kislotalar elektronga taxchil bo'lgan, asoslar elektronga boy bo'lgan, bo'linmagan elektron juftli, qo'sh bog'li va aromatik yadrosi bo'lgan moddalardir. Masalan, Lyuis kislotalari:  $H^+$ ,  $BF_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $ZnCl_2$ ,  $FeCl_3$ ,  $CR_3$ . Lyuis asoslari:



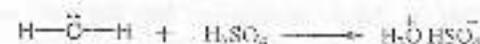
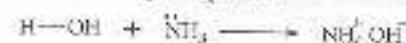
$BF_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $ZnCl_2$ ,  $FeCl_3$ ,  $AlBr_3$  kabi elektroneytral birikmalarning markaziy atomlari (B, Al, Zn, Fe) dagi elektronga taqchillik shundan iboratki, bu atomlar atrofidagi sakkizta barqaror (oktet) elektron qobiq o'rniga olitta (seksitet) elektron qobiq mavjuddir. Shuning uchun bu moddalar elektroneytral bo'lsa ham o'ziga yana ikkita elektron (asos) biriktirib olishga va elektronlarni sakkiztaga etkazishga harakat qiladi va shuning uchun ular kislotali xususiyat namoyon qiladi. Bu tuzlar *Lyuis kislotalari* deyiladi.

Organik moddalarning kislotali yoki asosli xususiyatlari to'g'risida gap ketganda ularga Lyuis nazariyasi ko'proq mos tushadi va shuning uchun bu nazariyadan keng foydalaniladi.

Kislotalilik yoki asoslilik tushunchalari nisbiy tushunchalardir. Moddaning kislotali xossasi asos ishtirokida, asosli xossasi esa – kislota ishtirokida namoyon bo'ladi. Masalan, gaz holdagi HCl kislota emas, lekin u asos ishtirokida (suv) kislotaga aylanadi.

Demak, moddaning kislota yoki asos bo'lishi uni o'rab turuvchi moddalar xarakteriga bog'liqdir.

Amfoter xossaga ega bo'lgan suv kuchli asoslarga nisbatan (masalan, ammiakka) kislotali, kuchli kislotalar (masalan, sulfat kislota) ga nisbatan asosli xossa namoyon qiladi:



Umuman H-R ko'inishidagi har qanday organik modda, shu jumladan, uglevodorodlar ham kislotali xossaga ega bo'lishi mumkin, bunda faqat protonni R-qoldiqqa nisbatan kuchliroq bog'lovchi asos bo'lsa has.

Suvga o'xshagan amfoter xossaga ega bo'lgan moddalar o'z protonini o'zi biriktirib oluvchi akseptorga ham ega:



Bu jarayon *avtoprotolliz* deyiladi.

Birikmaning kislotali yoki asosligi erituvchining asosligiga (mos ravishda kislotaliligiga) bog'liqdir. Shuning uchun moddalarning tegishli konstantalari solishtirilganda hamma vaqt erituvchi ko'rsatiladi. Asosligi katta bo'lgan erituvchida kuchli kislotalar ham, kuchsiz kislotalar ham chuqur va farqi kam dissotsiyalanishga uchraydi. Bunday erituvchilarni kislotalar kuchini tenglashtiruvchi erituvchilar deyiladi. Shu sababdan, kuchsiz kislotalar o'rganilganda suvga nisbatan asosliroq erituvchi, masalan, suyuq ammiak yoki amintar qo'llaniladi. Kuchsiz asoslar tadqiq qilinganda esa suvga nisbatan kislotaliroq erituvchi, masalan, suvsiz sirka kislota, kons. sulfat kislotalardan foydalaniladi. Kuchli kislotalar o'rganilganda kuchsiz kislota, masalan, suvsiz sirka kislota ishlatiladi.

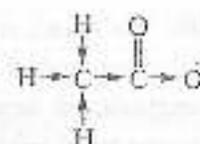
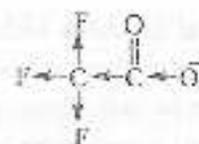
Moddaning yuqori kislotaliligi kerak bo'lsa kislota kuchini farqlaydigan, kislota kuchini tenglashtirish darajasi kam bo'lgan erituvchi olinadi. Maslan, vodorod xlorid asosli xossaga ega bo'lgan moddani suvga nisbatan benzolda kuchliroq protonlaydi. Shunday qilib benzol suvga qaraganda kislota kuchini kam tenglashtiruvchi erituvchidir.

Kislotalilikning yoki asoslikning son qiymatlardagi farqqa qarabmasdan birikmalarning suvsiz-erituvchilardagi kislotalik yoki asoslik bo'icha joylashish tartibi o'zgarmaydi.

#### Misollar

1. Kislota yoki u bilan mezomer bog'langan asos strukturasi birikma kislotaligi yoki asosligiga qanday ta'sir qiladi?

**Yechish:** Kislotalilik yoki asoslikning Louri-Brensred ta'rifiga ko'ra, asos qanchalik kuchsiz (ya'ni barqaror) bo'lsa, unga mos keluvchi yoki u bilan mezomer bog'langan kislota shunchalik kuchli bo'ladi va aksincha. Asosning barqarorligi manfiy zaryadning mezomer yoki induksion ta'sir tufayli delokallashtirish qanchalik yuqori bo'lsa, shunchalik katta bo'ladi. Masalan,  $F-CH_2-COO^-$  anion asos sifatida florning manfiy induksion ta'siri (-I) tufayli  $CH_2-COO^-$  anioniga nisbatan ancha kuchsizdir. Shu sababli uchliflorsirka kislota sirka kislotaga nisbatan ancha kuchlidir.



2. Quyidagi birikmalarni ularning kislotaliligi ortib borish qatoriga joylashtiring: fenol, etilenglikol, glitserin, izopropil spirt, p-nitrofenol, p-metoksibenzoy kislota.

**Yechish:** Karboksilar  $R-COO^-$  anionidagi manfiy zaryadning delokallashtirish darajasi fenolat anioni  $ArO^-$  yoki alkogolyat anioni  $RO^-$  dagi manfiy zaryadlarning delokallashtirish darajasidan yuqori bo'lganligi uchun, ularga mos keluvchi kislotalilik spirtlarga nisbatan fenollarda, fenollarga nisbatan karbon kislotalarida kuchli bo'ladi, ya'ni kislotalilik spirtlardan fenollarga, fenollardan karbon kislotalariga o'tganda ortib boradi.

Demak, kislotalilik quyidagi qatorda ortib boradi:

*Spirt < fenol < karbon kislota*

Misolda berilgan uchta spirtidan, molekuladagi atomlarning induksion ta'sirini hisobga olganda, eng kuchli kislota xossasiga glitserin, eng kuchsiz kislota xossasiga esa izopropil spirti ega.

Spirtlarning kislotali xossasi quyidagi qatorda ortib boradi:

*Izopropil spirti < etilenglikol < glitserin*

Berilgan ikkita fenoldan, xuddi shunday mulohaza asosida p-nitrofenolning kislotalilik xossasi fenolnikidan kattaligi kelib chiqadi:

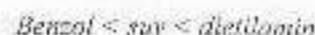
*Fenol < p-nitrofenol*

Hamma moddalar solishtirilganda kislotalilik quyidagi qatorda ortib boradi:

*Izopropil spirt < etilenglikol < glitserin < fenol < p-nitrofenol < p-metoksibenzoy kislota*

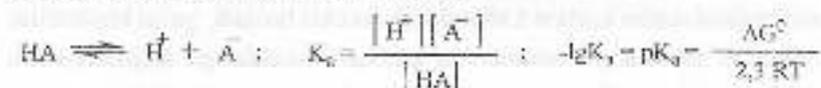
3. Sirka kislotasining kuchi quyidagi erituvchilarda qanday o'zgaradi: suv, benzol, dietilamin?

**Yechish:** ma'lumki, erituvchining asosligi qanchalik kichik bo'lsa, u kislotalarning kuchini ko'proq farqlaydi, ya'ni ularning kislotalik xossasini tenglashtirish darajasi shunchalik kam bo'ladi. Shuning uchun sirka kislotaning kuchi (dissotsiatsiyalishi) quyidagi qatorda ortib boradi:



### 17. SPIRTLAR, FENOLLAR VA KARBON KISLOTALARINING KISLOTALIXUSUSIYATLARI

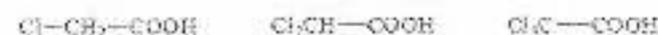
Kislotalar kuchining xarakteristikasi sifatida ularning suvdagi dissotsiatsiyalash konstantasi ( $K_a$ ) qo'llaniladi, bunda suv deyarli o'zgarmas miqdorda – 55 mol/l olinadi:



bu yerda,  $\Delta G^\circ$  – erkin entalpiyaning o'zgarishi.

$\text{p}K_a$ ning qiymati qancha kichik bo'lsa, kislotaning kuchi shunchalik katta bo'ladi. Asoslarning protonlanishi uchun  $\text{p}K_b$  ga o'xshash  $\text{p}K_a$  kattaligi qo'llaniladi.  $\text{p}K_b = 14 - \text{p}K_a$ , yoki  $\text{p}K_a = 14 - \text{p}K_b$ . Odatda asosilik haru  $\text{p}K_a$  qiymatlari orqali ifodalantiladi, ya'ni tegishli protonlangan asosning dissotsiatsiyalishi ko'rsatiladi.  $\text{p}K$  potentsiometriya va spektrofotometriya metodlari bilan aniqlanadi.

Karbon kislotalarning  $\text{p}K_a$  qiymatlari solishtirilganda shuni ko'rish mumkinki, to'yinmagan yoki aromatik kislotalar (masalan, akril yoki benzoy kislotalari) alkilkarbon kislotalariga nisbatan kuchlidir. Bunga sabab, qo'sh bog' tutuvchi guruh manfiy induksion (-I) ta'sir ko'rsatadi. X-CH<sub>2</sub>-COOH ko'rinishidagi almashingan sirka kislotalarning kuchi  $\sigma$  – konstantasi asosida aniqlanishi mumkin. Bu kislotalar uchun taft toglamasini qo'llash yaxshi natija beradi. Agar o'rinbosarlar bir nechta bo'lsa, ularning ta'siri, taxminan ta'sirlar yig'indisidan iborat bo'ladi:



Kislota kuchining ortishi

O'rinbosarlar reaksiya markazidan (bizning misollarimizda -COOH guruhidan) uzoqlashgan sari ularning ta'siri keskin kamayib boradi. O'rinbosarlarning bunday ta'siri almashingan benzoy kislotalarida ham kuzatiladi. Misol tariqasida quyida ba'zi kislotalarning  $\text{p}K_a$  kattaligi keltirilgan:

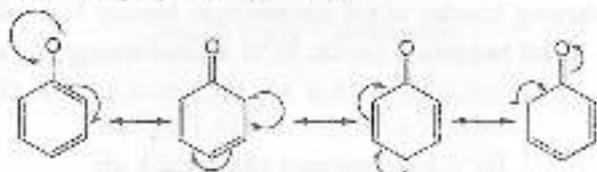
Ba'zi kislotalarning  $\text{p}K_a$  kattaligi

Kislota	$\text{p}K_a$
H-COOH	3,77
CH <sub>3</sub> -COOH	4,76
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C-COOH	5,05
Cl-CH <sub>2</sub> -COOH	2,86
CH <sub>3</sub> -CH-COOH	4,25
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -COOH	4,70
CH <sub>2</sub> =C=C-COOH	2,65
o-CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH	3,91
m-CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH	4,24
p-CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH	4,34
o-HO-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH	2,98
m-HO-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH	4,08
p-HO-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH	4,58
o-NO <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH	2,17
m-NO <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH	3,45
p-NO <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH	3,44

Biz yuqorida karboksilat anionining ichki mezomeriya tufayli barqarorlashishini ko'rdik:



Fenolat anionida manfiy zaryadning delokallanishi tufayli barqarorlashuv burchalik yuqori darajada emas:



Shuning uchun fenolat anion karboksilat anioniga nisbatan kuchli asos, fenollar esa karbon kislotalariga nisbatan kuchsiz kislotalardir. (Bronsted-Lowri ta'rifidan ketib chiqadigan xulosani eslang).

Alkogolyat anionlarida manfiy zaryadning mezomer mexanizm bo'yicha delokallanishi mutlaqo mumkin emas, balki alkil guruhning musbat induksion (+I) ta'siri ostida manfiy zaryad kislorod atomida yanada lokallanadi:  $\text{CH}_3-\overset{\ominus}{\text{O}}$ . Buning natijasida alkogolyat anion juda kuchli asos, spirtlar esa juda kuchsiz kislota xossasiga ega bo'ladi.

Merkaptanlar (tiospirtlar) spirtlarga nisbatan kuchliroq kislotalardir. Bunga sabab oltingugurt atomining kislorod atomiga nisbatan katta qutblanuvchanlikka ega ekani va shuning uchun manfiy zaryadning ko'proq yoyilishi (tarqalishi, delokallanishi) mumkinligidir,  $\text{CH}_3-\overset{\ominus}{\text{S}}$ . Bunday delokallanishda oltingugurt atomi elektron qobiqlarining ko'pligi ham katta rol o'ynaydi. Quyida ba'zi spirt va tiospirtlarning  $\text{pK}_a$  qiymatlari keltirilgan.

Ba'zi spirt, tiospirt va fenollarning $\text{pK}_a$ qiymatlari	
Spirt (tiospirt, fenol)	$\text{pK}_a$
$\text{CH}_3\text{-OH}$	15,22
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	15,84
$(\text{CH}_3)_3\text{C-OH}$	19,2

$\text{CCl}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	12,24
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-OH}$	15,24
$\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$	9,95
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-SH}$	10,50

Spirtlarning kislotali xususiyatini ( $K_a$  yoki  $\text{pK}_a$ ) Taft tenglamasi bilan hisoblanishi mumkin. Fenollarning kislotaligi esa o'rinbosarlarining nukleofil konstantalari  $\sigma$  yordamida Gamet tenglamasi bilan aniqlanadi.

#### Misolilar

1. Monogaloidsirka kislota  $\text{X-CH}_2\text{-COOH}$  larning kuchli quyidagi qatorida ortib boradi ( $\text{X-CH}_2\text{-COOH}$  dogi  $\text{X}$  lar berilgan):



*p*-Galoidbenzoy kislotalarining kuchi esa bunga teskari bo'lgan qatorida o'sgoradi ( $\text{X-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}$  dogi  $\text{X}$  lar keltirilgan):



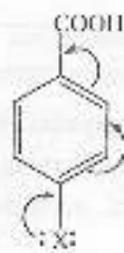
Buni qanday izohlash mumkin?

**Yechish:**  $\text{X-CH}_2\text{-COOH}$  tarkibli kislotalarning kuchiga  $\text{X}$ -galoidlarning faqat manfiy induksion (-I) ta'siri kuzatiladi, mezomer ta'siri esa bo'lmaydi. Galoidlarning manfiy induksion ta'siri (-I)  $-\text{I} < -\text{Br} < -\text{Cl} < -\text{F}$  qatorida ortib borani uchun kislotalarning kuchi ham shu qatorida ortib boradi. Shunday qilib galoidsirka kislotalarining eng kuchlisi flor-sirka kislotasidir. Fikrimizni galoidsirka kislotalarining  $\text{rK}_a$  qiymatlari tasdiqlaydi.

#### Monogaloidsirka kislotalarining $\text{pK}_a$ qiymatlari

Kislota	$\text{pK}_a$
$\text{F-CH}_2\text{-COOH}$	2,59
$\text{Cl-CH}_2\text{-COOH}$	2,87
$\text{Br-CH}_2\text{-COOH}$	2,90
$\text{I-CH}_2\text{-COOH}$	3,17

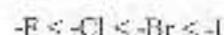
p-Galoidbenzoy kislotalarida galoid atomining manfiy induksion (-I) va musbat mezomer (+M) ta'sirlarini hisobga olish kerak.



Galoid atomlarining musbat mezomer (+M) ta'siri quyidagi qatorda ortib boradi:



Shuning uchun p-galoidbenzoy kislotalar qatorida p-florbenzoy kislota eng kuchsiz kislota. Kislotalarning kuchi quyidagi qatorda ortib boradi:



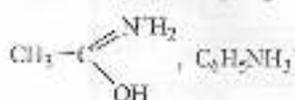
p-Galoidbenzoy kislotalarining dissotsialanish konstantalari ham shu qatorda ortib boradi.

p-Galoidbenzoy kislotalarning dissotsialanish konstantalari

X-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -COOH dagi X	K <sub>a</sub> · 10 <sup>5</sup>
F-	7,32
Cl-	10,3
Br-	11,0
I-	12,0

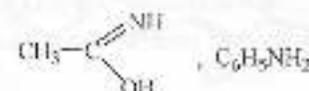
2. Quyidagi kislotalarga mos bo'lgan mezomer asoslarni keltiring.

H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>CN, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, (H<sub>2</sub>N)<sub>2</sub>C<sup>-</sup>

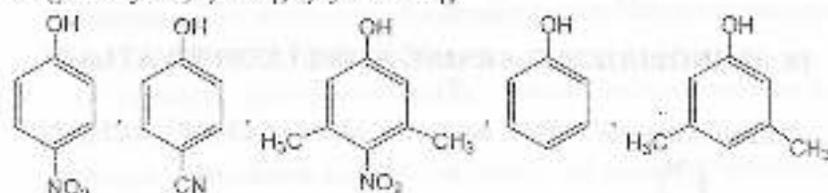


*Yechish:* Kislota ↔ H<sup>+</sup> + Asos tenglamasi bilan bog'langan kislota va asoslar mezomer kislota va asoslar deb ataladi. Shunga binoan yuqoridagi kislotalarga mos asoslar quyidagilar:

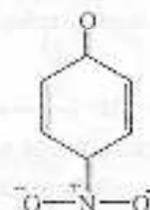
OH<sup>-</sup>, CH<sub>3</sub>NH<sup>-</sup>, CH<sub>2</sub>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, CH(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub><sup>-</sup>, CH<sub>2</sub>CN<sup>-</sup>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O, (H<sub>2</sub>N)<sub>2</sub>C-NH<sup>-</sup>,



2. Quyidagi fenollarni pK<sub>a</sub> qiymatlarining ortib borish (kislotaligining kamayishi) qatoriga joylashtiring:

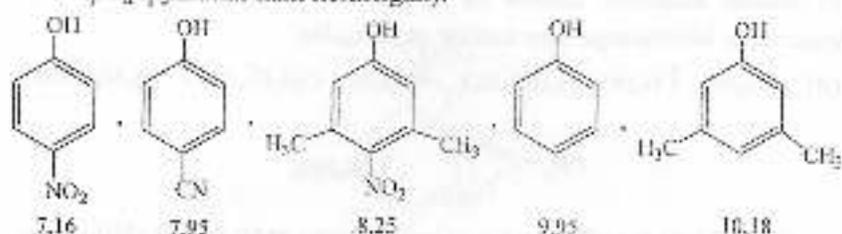


*Yechish:* Fenollarning kislotaliligi fenolyat ionidagi manfiy zaryadning o'rinbosarlar ta'siri ostida qanday taqsimlanishiga bog'liq. Fenol yadrosining p-holatiga elektronoakseptor o'rinbosarlarning kiritilishi zaryadning taqsimlanish darajasini oshiradi va uni barqarorlashtiradi. Natijada fenolning dissotsialanishi va kislotaligi ortadi. p- Holatda -NO<sub>2</sub> guruhining bo'lishi kislotalilikni ayniqsa oshiradi, chunki uning ta'siri ostida qo'shimcha rezonans struktura vujudga kelishi mumkin:



Elektronodonor (metil) guruhlar halqadagi elektron zichlikni oshiradi, manfiy zaryadning barqarorligini va fenolning kislotaliligini kamaytiradi. Shu mulohazalarni hisobga olganda yuqorida keltirilgan

fenollarning kislotaliligi quyidagi qatorda kamayib boradi (taqqoslash uchun  $pK_a$  qiymatlar ham keltirilgan):

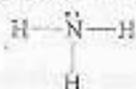


### 18. AMINOBIRIKMALARNING ASOSIJ XUSUSIYATLARI

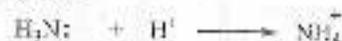
Aminobirikmalar organik asoslardir. Masalan,  $CH_3NH_2$ ,  $(CH_3)_3NH$ ,

$C_6H_5NH_2$ ,  kahi birikmalar kuchi turlicha bo'lgan asoslardir. Asosilik molekulaning tuzilishi va turli guruhlarning ta'siriga bog'liq ravishda katta yoki kichik bo'lishi mumkin.

Aminobirikmalar ammiakning hosilalari deb qaralishi mumkin. Ma'lumki ammiak ham asos. Uning asos bo'lishiga asosiy sabab azot atomidagi bir juft bo'linmagan elektronning mavjudligidir:



Mana shu elektronlarning borligi tufayli ammiak o'ziga proton birlashtirib olish xossasiga ega:



Ammiak molekulasidagi bitta, ikkita va uchta vodorodni alkil guruhlari almashirish natijasida alkilaminlar hosil bo'ladi. Alkil guruhlari musbat induktsion (+I) ta'sir ko'rsatgandligi uchun alkilaminlar ammiaka nisbatan kuchli asoslardir:



Alkilaminlarning asosligi birlamchi aminlardan ikkilamchi aminlarga o'tganda esa kamayadi:

Amin	$CH_3NH_2$	$(CH_3)_2NH$	$(CH_3)_3N$
$pK_a$	10.62	10.71	9.76

Bu hodisa fazoviy ta'sir bilan tushuntiriladi. Ma'lumki, ammoniy ionii kislotaga bo'lib suvning kislorod atomlari bilan vodorod bog'lari hosil qiladi va uning hisobiga barqarorlashadi.

Vodorod bog'ining hosil bo'lishi fazoviy jihatdan quyidagi qatorda esonlashib boradi.



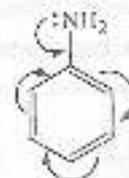
Shuning uchun uchlamchi aminlarning proton birlashtirish xususiyati yoki asoslik xossasi kichik bo'ladi.

To'yinmagan uglevodorod qoldig'i tutgan aminlarning asosligi birlamchi aminlardan uchlamchi tomon kamayib boradi. Bunga sabab to'yinmagan uglevodorod qoldig'ining manfiy induktsion (-I) ta'siridir:

$$H_2C=CH-CH_2-NH_2$$

Amin	$CH_2=CH-CH_2NH_2$	$(CH_2=CH-CH_2)_2NH$	$(CH_2=CH-CH_2)_3N$
$pK_{am}$	9.49	9.25	8.51

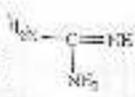
Aromatik aminlar alifatik to'yinmagan aminlarga nisbatan ancha kuchsiz asoslardir. Bunga sabab benzol yadrosining manfiy induktsion (-I) va manfiy mezomer (-M) ta'siridir:



Bu ta'sirlar azot atomidagi elektron zichlikni keskin kamaytirib yuboradi va natijada asoslik ham kamayadi.

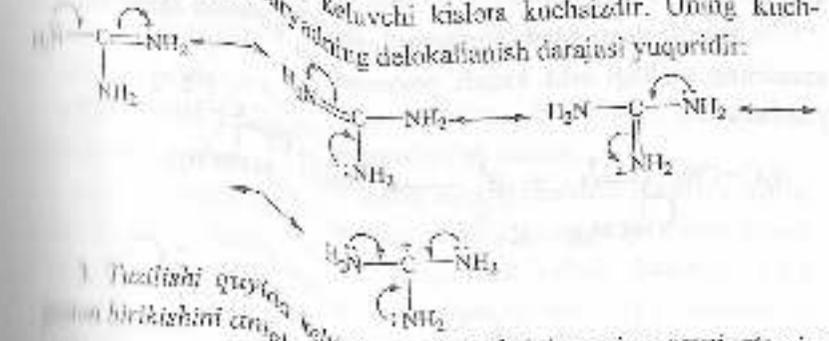
Pyridin va piridin o'xshash tuzilishli geterotsiklik asoslar (xolin, pirimidin va h.k.) ning kuchsiz asoslar ekanini azot atomi elektronlarining  $sp^2$ -gibridlanishga ega bo'lishi bilan tushuntiriladi.

2. Nima uchun guanidoyl kuchli asos xossini namoyon qiladi?

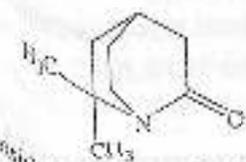


kuchli asos xossini namoyon

**Yechish:** Haqiqatdan ham, guanidin asosli xususiyati ishqorlarning asosli xossasiga yaqinlashadi. Uning kuchli asos bo'lishiga unga metallogli sabab musbat zaryadning delokalanish darajasi yuqoridir:



1. Tuzilishi quyida ko'rsatilgan bisiklik laktamning qaysi atomiga proton birikishini aniqlang.



Bu laktamning asosligini propion kislotasining N,N-dimetilamidi bilan taqqarilang.

**Yechish:** Berilgan laktam strukturasi ko'rib taribdiki, azot atomi ikkita halqani birlashtirib turuvchi nuqtada joylashgan. Uning asosli joylashishi ketonil  $\text{C}=\text{O}$  guruh bilan koplanar holda bo'lishiga asoslanmaydi. Karbonyl guruhning bo'linmagan bir juft elektroni o'zida qoladi va uning asosligi uchlamchi aminlar asosligiday bo'ladi. Asoslanish tabiiyki, azot atomi hisobiga ketadi:

nidlar bilan) yumshoq-qattiq kislota-asos nazariyasidan foydalanish mumkin. Kislota (alkil kationi, qisman musbat zaryadlangan uglerod) qancha yumshoq bo'lsa u yumshoq markaz (C-stomi) ga, qancha qattiq bo'lsa qattiq anion (O-reksion markaz) ga birikadi. Enolyatlarda (masalan, asetosirka efiri misolida) alkillash yo'nalishi ham shunday tushuntirish mumkin.

**Misol.** *Natviy fenolyat suvi eritmada metilbromid va izopropilbromid bilan alkillanganda reaksiyalarning yo'nalish qanday bo'ladi?*

**Yechish:** Metil bromiddan hosil bo'ladigan qisman musbat zaryadlangan kislota ( $\text{CH}_3^+$ ) izopropilbromiddan hosil bo'ladigan kislota ( $(\text{CH}_3)_2\text{CH}^+$ ) ga nisbatan qattiq bo'lgani uchun fenolyat ionining qattiq asos markazi kislorod (O-)ga ko'proq birikadi. Izopropilbromiddan esa ko'proq yumshoq markaz (C-) mahsuloti hosil bo'ladi.

## 20. ORGANIK REAKSIYALARNING MEKANIZMLARI

Organik reaksiyalarning mexanizmi deganda reaksiyaga kirishayotgan moddalarning boshlang'ich moddalardan reaksiya mahsulotlariga aylanganigacha qanday bosqichlarni bosib o'tishi, bu bosqichlarning qanday sodir bo'lishi, eski kimyoviy bog'larning uzilishi va yangi bog'larning hosil bo'lishining qanday amalga oshishi, reaksiya elementar bosqichlari o'tish holatlarining tasviri, hosil bo'ladigan zarrachalar xarakteri, reaksiyaning fazoviy jihatdan qanday borishi tushuniladi.

Organik reaksiyalar ketishining bunday nozik tomonlarini aniqlashda nafaqat usullar qo'llaniladi. Bu usullar reaksiya moyaynida hosil bo'ladigan zarrachalar – karbokationlar, karbanionlar va radikallarni aniqlash, izotoplardan foydalanish, reaksiyalar ketishining kinetik va fazoviy qonuniyatlarini o'rganish usullaridir. Reaksiya mexanizmlarini aniqlashda organik birikmalarining tuzilishi va reaksiya qobiliyati o'rtasidagi bog'lanishdan ham foydalaniladi.

Organik reaksiyalarning xili ko'p. Ular o'zlarining o'ziga xos belgilariga qarab ajratiladi. Quyida organik reaksiyalarning turlari tahlil qilinadi.

## 21. ORGANIK REAKSIYALARNING TURLARI

Organik reaksiyalarni ularning belgilariga qarab uch xil usulda turlarga ajratish mumkin:

- I. Reaksiya natijasiga qarab ajratish.
- II. Reaksiyaga kirishayotgan zarrachalar xarakteriga qarab ajratish.
- III. Reaksiya tezligini belgilovchi bosqichda ishtirok etadigan molekulalar soniga qarab ajratish.

Endi har bir ajratish usulidagi reaksiya turlarini ko'rib chiqamiz.

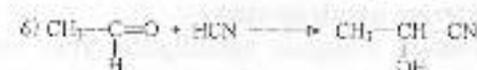
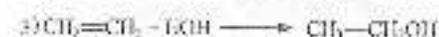
### I. Organik reaksiyalarni ularning natijasiga qarab ajratish

Reaksiya natijasiga qarab organik reaksiyalar uch xil bo'ladi:

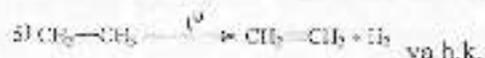
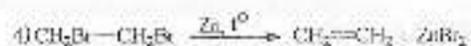
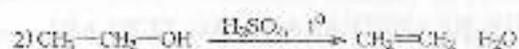
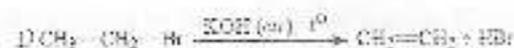
- 1) Birikish reaksiyalari
- 2) Tortib olinish reaksiyalari
- 3) Almashinish reaksiyalari

Qayta guruhlanish yoki izomerlanish reaksiyalari almashinish reaksiyalariga kiradi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari ham almashinish, ham birikish, ham tortib olinish reaksiyalari bo'lishi mumkin.

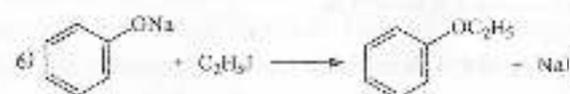
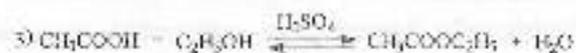
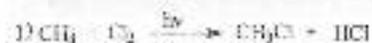
Birikish reaksiyalariga misollar:



Tartib olinish reaksiyalariga misollar:



Almashinish reaksiyalariga misollar:



va h.k.

## II. Organik reaksiyalarni reaksiyaga kirishayotgan zarrachalar xarakteriga qarab ajratish

Organik reaksiyalar vaqtida molekula butunligicha yoki zarrachalarga bo'lingan holda reaksiyaga kirishishi mumkin. Kimyoviy reaksiya vaqtida molekula tarkibidagi eski bog'ning uzilishi va yangi bog'

ning hosil bo'lishi kuzatiladi. Agar kimyoviy bog' simmetrik tarzda uzilsa, ya'ni gomoliz yoki bog'ning gomolitik uzilishi sodir bo'lsa erkin radikallar hosil bo'ladi:



Agar bog' nosimmetrik tarzda uzilsa, ya'ni geteroliz sodir bo'lsa ionlar hosil bo'ladi:

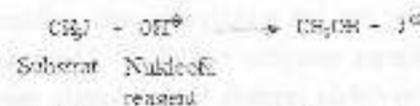


Situ nuqtai nazardan organik reaksiyalar uch xil bo'ladi:

- 1) Molekulyar reaksiyalar,
- 2) Ion (elektrofil yoki nukleofil) reaksiyalar,
- 3) Gomolitik (radikal) reaksiyalar.

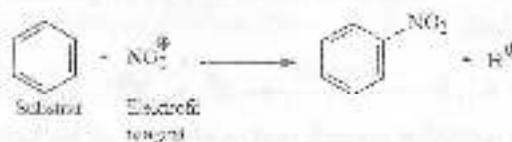
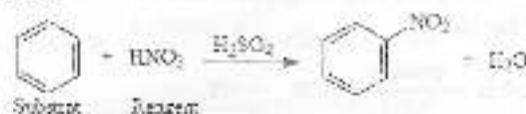
Molekulyar reaksiyalarda eski bog'ning uzilishi va yangi bog'ning hosil bo'lishi ma'lum darajadagi kam yoki ko'p qutblangan holatlar ishtirokida sodir bo'ladi. Shuning uchun bu reaksiyalar bilan radikal va ion reaksiyalar o'rtasiga keskin chegara qo'yib bo'lmaydi.

Reaksiyada ishtirok etayotgan moddalardan biri "reaksiyaga kirishayotgan molekula" yoki "substrat" deb ataladi. Ikkinchisi esa "reagent" deb ataladi va uning elektron xarakteri qanday reaksiya sodir bo'layotganligini belgilaydi. Masalan, manfiy zaryadli (qisman yoki to'liq manfiy zaryadli) yoki erkin elektron juftiga ega bo'lgan reagent birinchi navbatda elektronga taqchil "substrat" bilan reaksiyaga kirishadi. Bunday reagent "nukleofil reagent" deb, uning hajumi bilan beradigan reaksiya esa "nukleofil reaksiya" deb ataladi. Masalan:



Elektronga taqchil reagent elektronga boy substrat bilan reaksiyaga kirishishga moyil bo'ladi. Bunday reagent "elektrofil reagent" deb,

uning hujumi bilan boshlanadigan reaksiya esa "elektrofil reaksiya" deb ataladi. Masalan:



**Nukleofil reagentlar** quyidagilar bo'lishi mumkin:

anionlar;

erkin elektron juftli atomi bo'lgan moddalar;

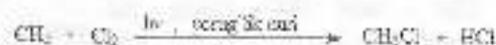
alkenlar (qo'sh bog'li birikmalar);

aromatik birikmalar;

Ularni asoslar yoki Lyuis asoslari deb ham aytish mumkin.

**Elektrofil reagentlar** esa kislotalar yoki Lyuis kislotalaridir. Masalan: kationlar, to'ldirilmagan elektron qobiqli atomi bo'lgan moddalar, atsetilenlar, karbonil birikmalar, vodorod galogenidlar, galogenlar ham shular jumlasidandir.

Radikal reaksiyalar ko'pincha gaz fazada, qutbsiz erituvchilarda, yorug'lik nuri ta'siri ostida, yuqori temperaturada, erkin radikallar hosil qiluvchi peroksidlar yoki kislorod ishtirokida boradi. Masalan:



Qutbli erituvchilar esa ion reaksiyalar yoki qutblanish orqali sodir bo'ladigan reaksiyalarga qulaylik tug'diradi. Anorganik ionlar (ion kristallar)dan farqli ravishda organik ionlar doimiy mavjud bo'lmaydi, balki reaksiya vaqtida qisqa muddatga vujudga keladi. Shuning uchun ularni "berk" yoki "maxfiy" ionlar deb ham ataladi.

Radikal reaksiyalarda eski bog'ning uzilishiga 80-100 kkal/mol energiya sarflansa, ion reaksiyalarda bu energiya 160-260 kkal/molni tashkil qyadi. Ion reaksiyalarda bog'ning uzilishi uchun talab qilinadigan energiyaning kattaligiga qaramasdan ular qutbli erituvchilarda oson boradi, chunki bunday erituvchilar ionlarning qarorligini oshiradi, va bunda bog'ning uzilishi uchun sarflandigan energiya taxminan 100 kkal/molga kamayadi.

Reaksiya qobiliyatining yuqori va energiyasining ko'pligiga qaramasdan karbokationlar organik kimyoning yaxshi o'rganilgan oraliq mahsulotlari qatoriga kiradi. O'ta kislotali muhitda, masalan, suyuq sulfat anhidridida eritilgan florsulfon kislotasi va summa(V)-florida ( $\text{FSO}_3\text{OH} + \text{SbF}_5 + \text{SO}_2$ ) karbokationlarning "yashashi" muddati ancha cho'zilibadi va ularni spektroskopik usulda o'rganishga sharoit tug'iladi.

III. Organik reaksiyalarni ularning eng sekin ketadigan bosqichida ishtirok etadigan molekular soniga qarab ajratish

Bu belgiga qarab ular:

- 1) monomolekulyar,
- 2) bimolekulyar,
- 3) molekulyarligi yuqori bo'lgan reaksiyalarga bo'linadi.

Organik reaksiyalarning bo'linishini jadval tarzda quyidagicha ko'rsatish mumkin:

1-Jadval



Tartib olinish reaksiyalari	Gemoink reaksiyalar	Himikulyar reaksiyalar
Almashinish reaksiyalari	Ion reaksiyalar	Molekulyar yuqori har'iga reaksiyalar
	↓	
	Elektrofil reaksiyalar	
	↓	
	Nukleofil reaksiyalar	

K. Ingoldning taklifiga ko'ra nukleofil almashinish reaksiyalari  $S_N$  ( $S_N1$ ,  $S_N2$ ), elektrofil almashinish reaksiyalar  $S_E$  ( $S_E1$ ,  $S_E2$ ), tartib olish reaksiyalari  $E$  ( $E1$ ,  $E2$ ), radikal almashinish reaksiyalari  $S_R$ , birlikli reaksiyalari  $A_d$  ( $A_d1$ ,  $A_d2$ ) belgilar bilan ifodalanadi.

Shuni ta'kidlab o'tish lozimki, nukleofil va elektrofil almashinish reaksiyalari bir-biri bilan bog'liqdir. Boshqacha qilib aytganda, nukleofil almashinish bor joyda elektrofil almashinish ham sodir bo'ladi. Buni quyidagi reaksiya sxemasi bilan tushuntirish mumkin:



Agar bu reaksiya uchlamchi butilxloridagi xlorning metoksi-guruhga almashinishi deb qaralsa u nukleofil almashinish bo'ladi.

**Nukleofil almashinish:**

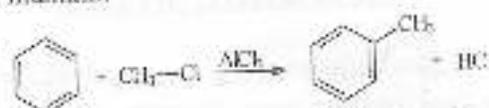


Reaksiya metil spiritidagi vodorodning uchlamchi butil guruhiga almashinishi deb qaralsa, bu reaksiya elektrofil almashinish reaksiyasi bo'ladi.

**Elektrofil almashinish:**



Benzol yadrosida boradigan alkilash reaksiyasi ham xuddi shunday talqin qilinishi mumkin:

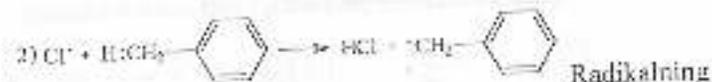
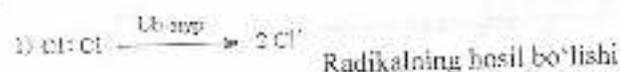


Bu reaksiya benzol yadrosidagi vodorodni metil guruhiga almashinishi deb qaralsa elektrofil, metilxloridagi xlori fenil guruhiga almashinishi deb qaralsa nukleofil almashinish bo'ladi:

**Misollar:**

1. Quyosh nuri ta'siri ostida boradigan toluolni xlorlash reaksiyasining mexanizmini yozing.

**Yechish:** Ma'lumki yuqori temperaturada, ultrabinafsha (UB) nurlari ta'siri ostida yoki organik peroksidlar va kislorod ishtirokida boradigan reaksiyalar radikal hosil bo'lishi bilan boradi. Shuning uchun quyosh nuri tarkibidagi ultrabinafsha nurlari ta'siri ostida boradigan toluolni xlorlash reaksiyasi ham radikal reaksiya - radikal almashinish reaksiyasidir. Reaksiyaning mexanizmini quyidagicha tasvirlash mumkin:



reaksiyasi



2. Vilyamson usulida oddiy efir olishning umumiy sxemasi va mexanizmini yozing.

**Yechish:** Vilyamson usuli bilan oddiy efir olishda alkil galojenidlarga spirtlarning alkogolyatlari ta'sir ettiriladi. Reaksiya sxemasi:



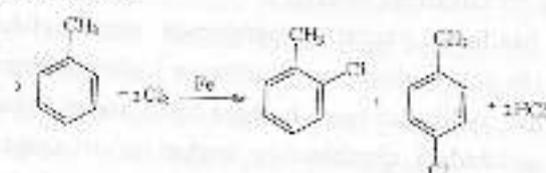
Bu reaksiya nukleofil almashinish reaksiyasiga yaqqol misol bo'ladi. Reaksiyaning sxemasi:



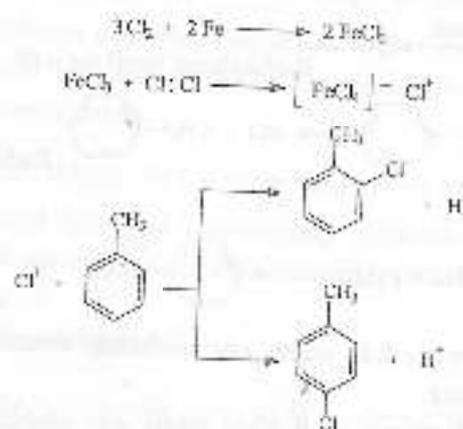
3. Toluolni temir qirindisi ishtirokida xlorlash reaksiyasi sxemasi va mexanizmini yozing.

**Yechish:** Aromatik uglevodrodlarni temir qirindisi ishtirokida xlorlash benzol yadrosidagi vodorodni orientatsiya qoidasiga muvofiq almashinishiga olib keladi.

Reaksiya sxemasi:



Bu reaksiya elektrofil almashinish mexanizmi bo'yicha boradi. Uning soddalashtirilgan sxemasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



## 22. ORGANIK REAKSIYALARNING TEZLIKLARI VA KINETIK IZOTOP EFFEKTI

Organik reaksiyalar tez yoki sekin kelishi mumkin. Reaksiyalarning vaqt bo'yicha ketishini o'rganish uning tezligini yoki kinetikasini o'rganish bo'lib, reaksiya mexanizmini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

Eng oddiy holda reaksiya tezligi reaksiyada ishtirok etayotgan hamma moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga proporsionaldir:

$A + B \rightarrow C$  ning reaksiya tezligi  $v = k[A][B]$  ko'rinishda bo'ladi.

Bu yerda  $k$  - proporsionallik koeffitsienti, solishtirma tezlik yoki tezlik konstantasi deb ataladi.

Reaksiya tezligini belgilovchi bosqichda ishtirok etayotgan molekullarning soniga qarab tezlikning matematik ifodasi turlicha bo'ladi. Birinchi tartibli reaksiya uchun tezlik ifodasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$A + B \rightarrow C \quad v = k_1[A] \quad - \frac{d[A]}{dt}$$

Bu tenglamaning yechimi integral ko'rinishda

$$2.3 \lg \frac{A_0}{A_0 - x} = k_1 t \quad \text{Yoki} \quad \lg A_0 - x = \frac{2.3 \lg A_0 - k_1 t}{2.3} \quad \text{bo'ladi.}$$

Ikkinchi tartibli reaksiya uchun tezlik ifodasi:

$$A + B \rightarrow C \quad v = k_2[A][B] \quad - \frac{d[A]}{dt} = - \frac{d[B]}{dt} \quad \text{kabi bo'ladi.}$$

Uning yechimi integral ko'rinishda

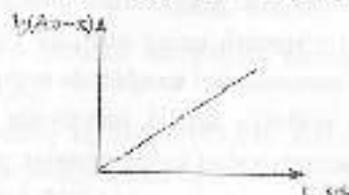
$$\frac{1}{A_0} - \frac{1}{B_0} = k_2 t \quad \text{bo'ladi, bunda } [A] = [B].$$

Agar  $[A] \neq [B]$  bo'lsa, tezlik ifodasi

$$\frac{2.3}{A_0 - B_0} \lg \frac{B_0(A_0 - x)}{A_0(B_0 - x)} = k_2 t \quad \text{ko'rinishda bo'ladi.}$$

Tajribalarning natijalari grafik tarzda ifodalanadi. Bunda ifodalarning vaqtga bog'liq ravishda o'zgarish grafigi chiziladi. Qaysi

ifodaning vaqtga bog'liqlik grafigi to'g'ri chiziq bo'lsa, reaksiya shu ifodaga mos tartibli bo'ladi. Masalan, agar reaksiya birinchi tartibli bo'lsa  $\lg(A_0 - X)$  ifodaning t vaqtga bog'liqligi quyidagicha bo'ladi:



To'g'ri chiziq holdagi grafik o'g'ish burchagining tangensi 2.3 lg $K_1$  reaksiyaning tezlik konstantasi  $K_1$  ni beradi. Ikkinchi tartibli reaksiya uchun esa  $K_2$ -ga bo'ladi. Shunday qilib, reaksiyaning qaysi ifodaga bo'ysunishi tajribadan namunalar olish bilan aniqlanadi.

Reaksiyaning tartibi uning molekulyarligi bilan hamma vaqt to'g'ri kelavermaydi. Masalan, reaksiyaning tezligini belgilovchi bosqichida 2ta molekula ishtirok etadigan bimolekulyar reaksiyaning tezlik ifodasi, agar reaksiyada ishtirok etayotgan moddalaridan biri ortiqcha olingan bo'lsa, birinchi tartibli reaksiyaning tezlik ifodasi ko'rinishida bo'lishi mumkin.

Reaksiya tezlik konstantasining faollanish energiyasi bilan bog'liqligi Arreniusning empirik tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}} \quad \text{yoki} \quad \ln k = \ln A - \frac{E_A}{RT}$$

bunda T-mutlaq temperatura,  $E_A$  - faollanish energiyasi, A - Arrenius konstantasi, R-universal gaz doimiysi. K aniqlangandan so'ng  $E_A$  ni hisoblash mumkin bo'ladi.

Agar reaksiya vaqtida C-H bog'i uzilishi hisobiga yangi bog' hosil bo'lsa, unda C-H bog'i C-D bog'iga almashirilganda reaksiyalar tezliklarida farq bo'ladi. Bunga sabab shuki, vodorodning almashinish reaksiyasi uchun faollanish energiyasi  $E_A^H$  deuteriyning almashinish reaksiyasi uchun faollanish energiyasidan  $E_A^D$  kichik bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, deuteriyli birikmaning reaksiyasi sekinroq ketadi. Shuning uchun reaksiyalar tezlik konstantalarining nisbati  $K_H/K_D > 1$  bo'ladi.

Bu nisbat *birinchi kinetik izotop effekti* deb ataladi va 25°C da olib borilgan reaksiyalar uchun 7-16 oraliqla bo'ladi. Birinchi kinetik izotop effektini odatiy kinetik metodlar bilan aniqlash mumkin. Birinchi kinetik izotop effektining vujudga kelishi aynan C-H bog'i reaksiyaning tezligini belgilovchi bosqichida ishtirok etayotganini bildiradi.

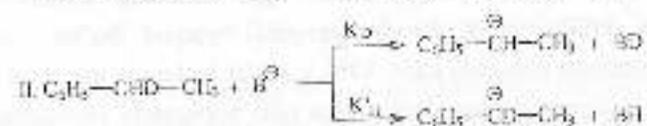
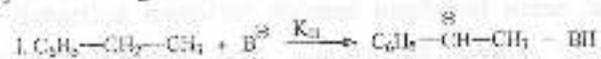
Kinetic izotop effekti, umuman, C-D bog'i reaksiyada bevosita ishtirok etmasa ham vujudga keladi. Uni *ikkilamchi kinetik izotop effekti* deyiladi. Ikkilamchi kinetik izotop effekti birinchi kinetik izotop effektiga nisbatan ancha kichik bo'ladi va  $K_H/K_D = 1.1-1.5$  oraliqla bo'ladi.

Ikkilamchi kinetik izotop effekti reaksiya qo'shni bog'larga ta'sir etganda, masalan, tetraedrik uglerod trigonal uglerodga o'zganda va bunda valent burchaklar, atomlar orasidagi masofalar o'zgariganda vujudga keladi.

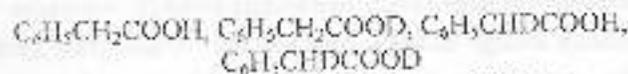
Kinetic izotop effektlar reaksiyalar mexanizmlaridagi nozik farqlarni aniqlashda qo'llaniladi.

#### Misolilar:

1. Quyida keltirilgan karboanionlar hosil bo'lish reaksiyalari:

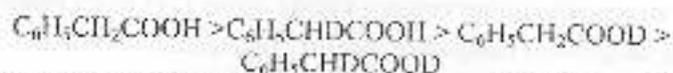


uchun tezlik konstantalarining ushbu nisbatlari topilgan:  $K_H \gg K_D$  va  $K_H > K_D^1$ . Bu nisbatlardan foydalanib quyidagi moddalarini ularning kislotaliligi kamayib borish qatoriga joylashtiring:



$NH_3$  yoki  $ND_3$  larda qaysi birining asoslilikgi kattaroq ekanini aytib.

**Yechish:** Deyteriy vodorodga nisbatan kuchliroq musbat induksion ta'sir  $+\text{I}$  ko'rsatadi. Shuning uchun kislotalarning kuchi quyidagi qatorda kamayib boradi:

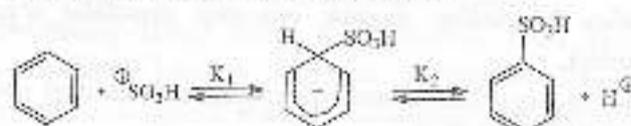


Shu sababga ko'ra deyteriy ammoniakning asosliliigi kattaroqdir:



2. Xlorbenzol oleum bilan sulfolatganda kinetik izotop effekti kuzatiladi, sulfolash 92% li sulfat kislota bilan olib borilganda esa izotop effekti kuzatilmaydi. Buzga sabab nima?

**Yechish.** Ma'lumki, aromatik xalqada boradigan sulfolash reaksiyasining mexanizmi quyidagicha tasvirlanadi:

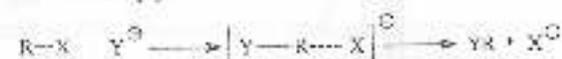


Kinirik izotop effektning kuzatilishi yuqoridagi sxemaning ikkinchi bosqichi – protonning tortib olinish bosqichi reaksiya tezligini belgilovchi, sekin boradigan bosqich bo'lishini ko'rsatadi. Tabiiyki, proton tortib olinishi tez bo'ladi, agar asosning konsentratsiyasi (masalan  $\text{HSO}_4^-$  ning konsentratsiyasi) yuqori bo'lsa. Asosning konsentratsiyasi oleumda kam, 92% li sulfat kislotada esa ko'p bo'ladi. Shuning uchun reaksiya oleum bilan olib borilganda protonning tortib olinishi sekinlashadi va kinetik izotop effekti kuzatiladi.

### 23. O'TISH HOLATI NAZARIYASI

Bir modda ikkinchisi bilan reaksiyaga kirishib, moddalar boshlang'ich holatdan oxirgi holatga (mahsulotga) o'tish jarayonida oraliq mahsulotlar, zarrachalar, komplekslar va h.k.klar hosil bo'ladi. Bunday oraliq zarrachalarning hosil bo'lishini o'rganish ma'lum darajada reaksiyaning mexanizmini o'rganishdir.

Masalan, quyidagi sxema bo'yicha haruvchi nukleofil almashuvish reaksiyasini ko'rib chiqaylik:



Sxemada tasvirlangan reaksiya oraliq mahsulot hosil bo'luaydigan sinxron reaksiya deb ataladi.

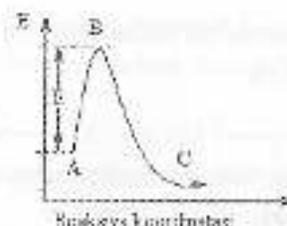
#### Sinxron reaksiya

Yuqoridagi sxemada X guruh Y reagent yaqinlashib kelgan sari R qoldiqdan sekin-asta siqib chiqariladi, ya'ni reaksiya bir bosqichda amalga oshadi. Reaksiyaning boshlang'ich holatida (A nuqta, quyida rasmda keltirilgan) Y reagent R-X molekulasidan ancha uzoq masofada bo'ladi va unga deyarli hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi. Reaksiya mobaynida Y R-Xga yaqinlasha boshlaydi va dispersion kuchlar hisobiga ularning bir-biriga ko'rsatadigan ta'siri kuchayadi va oqibatda

ikkala moddadan iborat bo'lgan  $[\text{Y} \cdots \text{R} \cdots \text{X}]^\ddagger$  tarkibli oraliq kompleks hosil bo'ladi. Bu kompleksda Y R-X molekulasidagi X guruhga qarana-qarshi tomondan uglerod atomining bog'lovchi orbitaliga kirgan holda bo'ladi:



Bu jarayon bilan bir vaqtda R va X guruhlar orasidagi masofa ham ortadi. Natijada kompleksning potensial energiyasi ham ortadi. R bilan Y va R bilan X guruhlar orasidagi masofalar teng bo'lganda (B nuqta, I- rasimga qarang) bu energiyaning qiymati eng katta bo'ladi. Bu nuqtada beqarur muvozanat mavjud bo'lib, u bir xil ehtimollik bilan chapga yoki o'ngga siljishi mumkin. Shuning uchun B nuqtani, sistemaning bu holatini o'tish holati yoki faol (aktiv) kompleksi deyiladi.



1-Rasm. Sinxron reaksiya diagrammasi

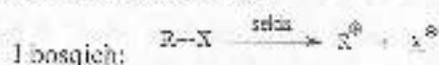
Reaksiya davomida sistema oxirgi holatga (C-nuqtaga) o'tadi. Bu holatning energiyasi dastlabki holat energiyasi (A-nuqta)dan ham kichik, ammo dastlabki holatdan oxirgi holatga kelish uchun sistema "energetik tog'"ni (B-nuqtani) oshib o'tishi kerak.

Yuqoridagi rasmda keltirilgan "reaksiya koordinatasi" tashunchasi dastlabki moddaning eng kam energiya sariq qilib oxirgi moddaga (mahsulotga) aylanadigan reaksiyaning eng qisqa yo'lini bildiradi.

#### Asinxron reaksiya

Asinxron reaksiya deb, oraliq mahsulot hosil bo'lishi bilan ikki yoki undan ortiq bosqichda boradigan reaksiyaga aytiladi:

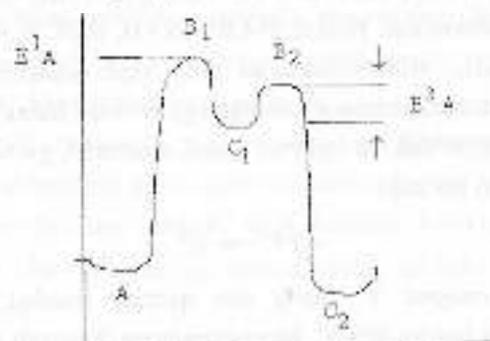
$RX + Y^{\ominus} \longrightarrow RY + X^{\ominus}$  reaksiya ma'lum bir aniq oraliq mahsulot hosil bo'lishi orqali ham borishi mumkin. Bu oraliq mahsulot  $Y^{\ominus}$  reagent bilan reaksiyaga kirishib oxirgi mahsulot -  $R-Y$  ni hosil qiladi. Shunday qilib yuqoridagi sxemada keltirilgan reaksiya ikki bosqichda ketishi mumkin:



Almashinish reaksiyasining bu ko'rinishi amalda ikkita mustaqil reaksiyadan iborat, ularning har biri o'zlarining boshlang'ich va oxirgi holatlariga ega.

O'tish holati nazariyasiga binoan reaksiya I bosqichidagi  $R-X$  ning dissotsiatsiyasiga ma'lum faollanish energiyasi  $E_A^{\ddagger}$  talab qilinadi va bu reaksiya  $B_1$  nuqta bilan ifodalangan o'tish holati orqali boradi (2 rasimga

qarang). Bu o'tish holat xuddi sinxron reaksiya vaqtidagi o'tish holat singari vujudga keladi. Erituvchi molekulasi  $R-X$  molekulasiga  $X$  guruhning qarama-qarshi tomonidan hujum qiladi va dissotsiatsiyani osonlashtiradi. Bunda erituvchi oxirgi mahsulot hosil qiladigan reaksiyaning bovosila qatnashchisi bo'lmaydi. U energiyaga hoy va elektrostatik ta'sirga oson uchruvchi karbokationni solvatlaydi, xolos. Erituvchi tomonidan solvatlangan karbokation qarorligining kichik yoki katta bo'lishi va u aniq birikma (oraliq modda) vazifasini bajarib I bosqichning oxirgi mahsuloti  $C_1$  bo'lishi mumkin.  $C_1$  oraliq moddaning (karbokationning) energiyasi etarli darajada katta bo'lgani uchun u keyingi reaksiya uchun dastlabki modda vazifasini bajarishi mumkin (masalan, reaksiyaning II-bosqichi uchun). Bu reaksiya ham  $E_A^{\ddagger}$  faollanish energiyasiga ega bo'lgan  $Y^{\ominus}$  oraliq holatdan o'tishi kerak. Bu oraliq holat  $Y^{\ominus}$  reagentning yaqinlashib kelishi va shu bilan birga solvatlovchi erituvchi molekulasining siqib chiqarilishini xarakterlaydi.



2-Rasm. Asinxron reaksiya diagrammasi

Bu reaksiya uchun *Xenonobning* umumiy prinsipini quyidagicha ta'riflash mumkin:

"Agar reaksiya energiyalari deyarli teng bo'lgan ham oraliq holat, ham oraliq mahsulot hosil bo'lishi bilan bura ularning bir-biriga aylanishi strukturaning kam o'zgarishi bilan sodir bo'ladi. Agar substratlar energiyasi katta bo'lsa (ekzotermik reaksiyalar) oraliq holat strukturasi dastlabki moddalar strukturasi, energiyalar kam bo'lsa (endotermik reaksiyalar) oxirgi moddalar strukturasi yaqin bo'ladi".

### 24. TO'YINGAN UGLEROD ATOMIDAGI NUKLEOFIL ALMASHINISH REAKSIYASI

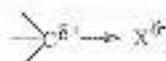
To'yingan uglerod atomidagi nukleofil almashinish reaksiyasi deb  $sp^3$  gibrilangan uglerod atomidagi nukleofug o'rtnbosar X ni (qisman manfiy zaryadlangan, atrofida elektron zichlik katta bo'lgan X o'rtnbosarni) nukleofil reagent Y<sup>-</sup> (manfiy zaryadli Y zarracha yoki laozal bitta bo'linmagan elektron juftga ega bo'lgan neytral :Y molekula) tomonidan siqib chiqarilishiga (almashinishiga) aytiladi. Nukleofil almashinish reaksiyasining umumiy sxemasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Sxemadagi nukleofil reagent U<sup>-</sup> sifatida quyidagi anionlar yoki neytral molekullar qo'llanilishi mumkin:

U<sup>-</sup>: Anionlar: Hal<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, RO<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, SCN<sup>-</sup>, RS<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> va b.

Neytral molekullar: H-Hal, H-OH, RO-H, R<sub>3</sub>N, R<sub>3</sub>P, (RO)<sub>3</sub>P, RS-H, >C=C<, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Almashinadigan yoki siqib chiqariladigan o'rtnbosarlar (X) elektroneakseptor xossaga ega bo'lishi kerak. Shunga ko'ra C-X bog' qubli bo'ladi va uglerod atomi elektrofil, ya'ni qisman musbat zaryadlangan bo'ladi:



Nukleofil reagent Y<sup>-</sup> mana shu qisman musbat zaryadlangan uglerod atomiga hujum qiladi. Almashinadigan X guruh zaryadsiz yoki musbat zaryadli o'rtnbosar bo'lishi mumkin.

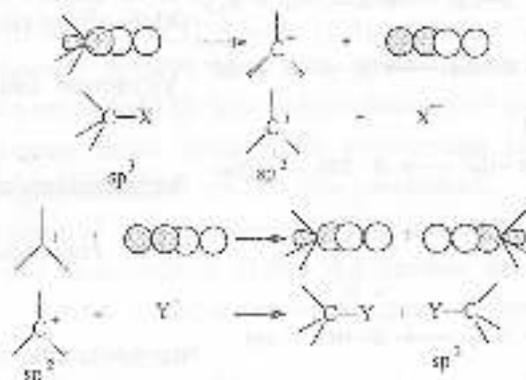
Masalan, X: -Hal, -OH, -OR, -OCOR, -OSO<sub>2</sub>R, <sup>+</sup>OII<sub>2</sub>,

-OR<sub>3</sub>, <sup>-</sup>NR<sub>3</sub>, <sup>+</sup>SR<sub>3</sub>, <sup>-</sup>N=N

Eski bog'ning (R-X) uzilishi va yangi bog'ning (R-Y) hosil bo'lishi sinxron yoki asinxron, ya'ni bir vaqtda yoki ketma-ket sodir bo'lishiga qarab nukleofil almashinishning ikki xil ideal mexanizmi bo'lishi mumkin.

1) Asinxron mexanizm, karbokationli mexanizm, monomolekulyar nukleofil almashinish, S<sub>N</sub>1 mexanizm. Bu mexanizm "tartib olinish-birikish" mexanizmi deb ham ataladi.

2)

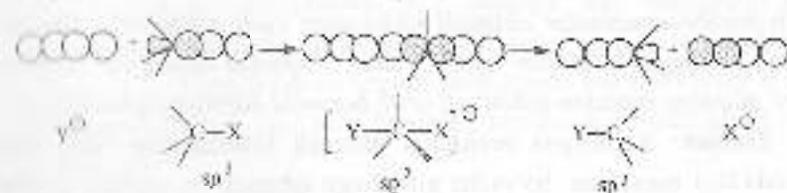


R-X bog'ining uzilishi nukleofil reagentning ishtirokisiz sodir bo'ladi. R-X avval R<sup>+</sup> va X<sup>-</sup> ionlarga dissotsiylanadi, keyin karbokation R<sup>+</sup> nukleofil Y<sup>-</sup> bilan reaksiyaga kirishadi.

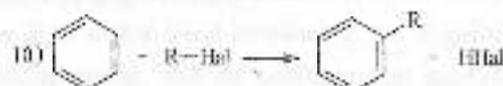
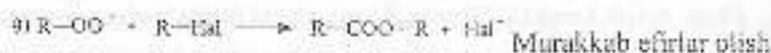
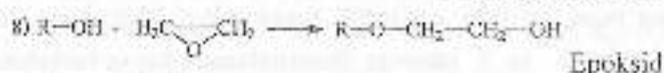
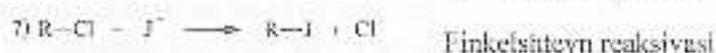
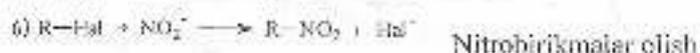
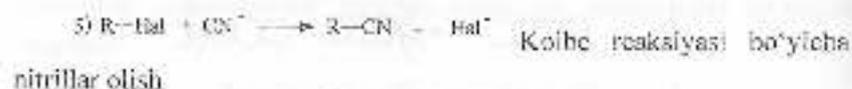
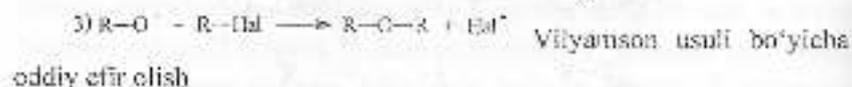
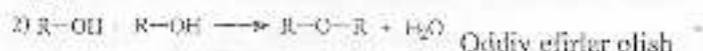
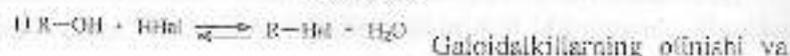
Shuni aytish kerakki, Y<sup>-</sup> yoki X<sup>-</sup> anionlarni ikkita p-elektron yoki p-orbital shaklida berilishi kvant kimyosi tushunchasiga to'g'ri kelmasligi mumkin. Lekin R-X bog'ining R<sup>+</sup> va X<sup>-</sup> ionlarini hosil qilishi va R<sup>+</sup> bilan reaksiyasi o'quvchiga tushunarliroq bo'lishi uchun shunday axomada berildi.

2) Sinxron mexanizm, binomolekulyar nukleofil almashinish, S<sub>N</sub>2 mexanizm. R-X eski bog'ning uzilishi va yangi R-Y bog'ning hosil bo'lishi bir vaqtda Y reagent ta'siri ostida sodir bo'ladi:

3)



**Misollar:**



**Misollar**

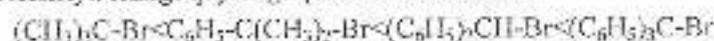
1. *Difenilbrommetan, 2-brom-2-fenilpropan, 2-brom-2-metilpropan va trifenilbrommetanlar chumoli kislotaning suvli eritmasida qizdirilganda qanday mahsulotlar hosil bo'ladi? Yuqorida keltirilgan bromidlarni ularning reaksiya qobiliyati ortib boruvchi qatarga joylashtiring.*

**Yechish:** Keltirilgan bromidlar chumoli kislotasining suvli eritmasida  $S_N1$  mexanizm bo'yicha gidrolizga uchraydi va tegishli spirtlar

hosil bo'ladi. Umumiy reaksiya tenglamasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Reaksiya tezligi quyidagi qatorda ortib boradi:



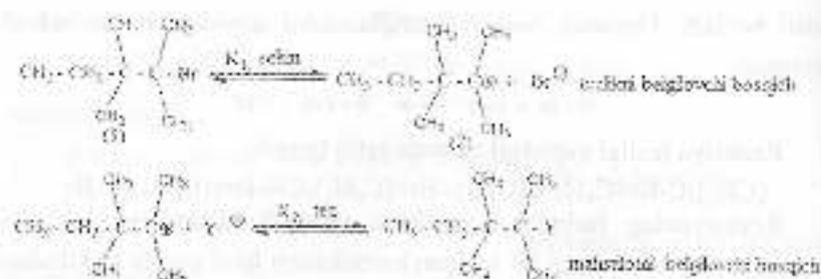
Reaksiyaning birinchi bosqichida chumoli kislotaning ionlantiruvchi ta'siri ostida hosil bo'ladigan karbokation fenil guruhi tarkibidagi  $\pi$ -elektronlarning ta'siri ostida metil guruhlarning ta'siriga nisbatan ko'proq barqarorlashadi va hosil bo'lishi osonlashadi.

2. *Metilbromid, etilbromid va izopropilbromidlarning gidroliz reaksiyalari uchun mos ravishda 2140:170.5 tezliklar nisbati olingan. Bu ma'lumotlar qanday reaksiya sharoitlari uchun olingan bo'lishi mumkin?*

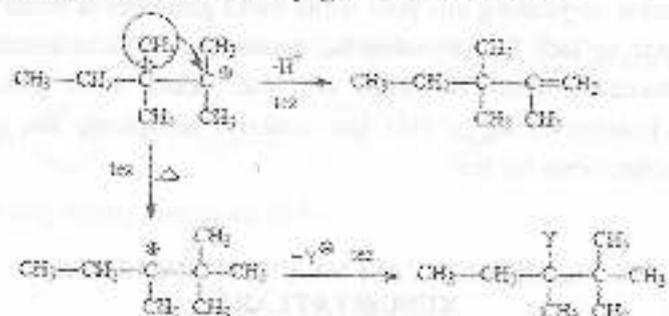
**Yechish:** Reaksiya tezliklarining metilbromiddan etilbromidga va undan izo-propilbromidga tomon kamayib borishi ma'lumotlar  $S_N2$  mexanizm bilan boradigan gidroliz reaksiyasi uchun olinganidan dalolat beradi. Tezlikning bu qatorda kamayishiga brom tutgan uglerod atomidagi musbat zaryadning etil yoki ikkita metil guruhlari ta'sirida kamayishi sabab bo'ladi. Reaksiyaning  $S_N2$  mexanizm bo'yicha ketishiga va oraliq holatning hosil bo'lishiga etil yoki ikkita metil guruhining fizik jihatdan to'siq bo'lishi ham reaksiya tezligining shu qatorda kamayishiga sabab bo'ladi.

**25.  $S_N1$  REAKSIYASI VA UNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI**

Yuqorida ta'kidlanganidek,  $S_N1$  reaksiya ikki bosqichda, ya'ni anion turda ketadi. Reaksiyaning birinchi bosqichida karbokation hosil bo'ladi, ikkinchi bosqichda esa karbokation nukleofil reagent bilan reaksiyaga kirishadi.  $S_N1$  reaksiyasining sxemasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Yuqorida ko'rsatilgan R-X yoki bizning yuqoridagi misolimizdagi (1) sekinlik bilan dissotsiatsionadi va shu bosqich reaksiyaning umumiy tezligini belgilaydi. Shuning uchun reaksiya *monomolekulyar*dir. Karbokation (2) tajriba yo'li bilan aniqlanishi mumkin. U yuqori energiyaga ega bo'lgan, ya'ni reaksiya qobiliyati katta oraliq mahsulotdir. U o'zining mustaqil taqdiriga ega bo'lgan zarrachadir. Shuning uchun u X bilan reaksiyaga kirishib yana R-X -dastlabki moddani, Y bilan reaksiyaga kirishib R-Y -mahsulotni, o'zidan proton chiqarib esa olefinni hosil qilishi mumkin. Shu bilan birga bu karbokation boshqa karbokationga izomerlanishi va reaksiyaga kirishishi mumkin:



S<sub>N</sub>1 reaksiyasi quyidagi o'ziga xos xususiyatlarga ega:

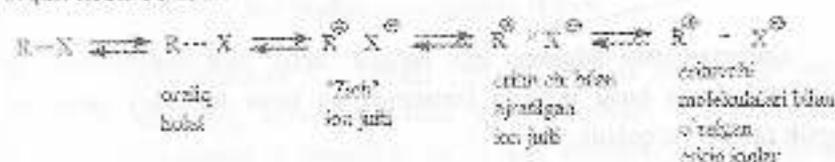
1. Reaksiya tezligini belgilovchi oraliq holatda faqat bitta modda R-X ishtirok etadi va uning hosil bo'lishida Y ning ishtiroki bo'lmaydi. Dastlab reaksiya tezligi birinchi tartibli reaksiyaning kinetik tenglamasiga bo'ysunadi:

$$v = k[R-X]$$

X anionining (nukleofilning) konsentratsiyasi ortishi bilan teskari reaksiya tezligi ( $K_{-1}$ ) ham orta boradi va to'g'ri reaksiya sekinlashadi. Bu holda reaksiya tezligi quyidagi kinetik tenglama bilan ifodalanadi:

$$v = \frac{k_1 k_2 [R-X][Y^-]}{K_{-1}[X^-] + k_2[Y^-]}$$

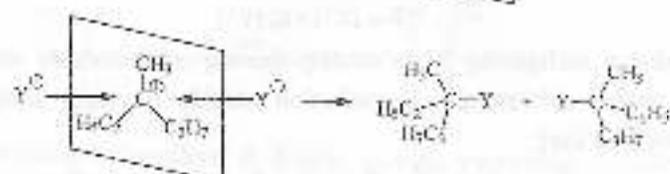
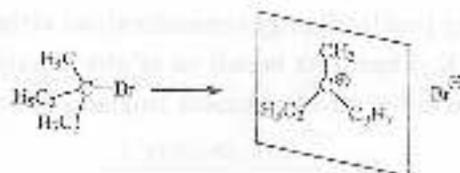
Reaksiya tezligining X<sup>-</sup> ta'siridagi bunday sekinlashishi umumiy ionning ta'siri deb ataladi. Karbokation amalda quyidagi bosqichlar orqali hosil bo'ladi:



Shuning uchun "ionlanish" va "dissotsiatsionlash" tushunchalari boshqa-boshqa tushunchalardir. Faqat erkin yoki erituvchi bilan ajratilgan ion juftlariga reaksiya mahsulotini hosil qilishi mumkin. "Zich" ion jufti yoki erituvchi bilan ajratilgan ion juftlari esa asosan o'zining qarana-qarshi ioni bilan reaksiyaga kirishadi va dastlabki moddaga qaytadi. Bu reaksiya "ichki orqaga qaytish" deb ataladi.

2. Karbokationni reaksiyaga kirishuvchan, faolligi yuqori bo'lgan nukleofillar, masalan, N<sub>3</sub><sup>-</sup>, SCN<sup>-</sup>, Hal<sup>-</sup> va b. ni qo'shish bilan aniqlash mumkin, chunki karbokation mana shu nukleofillar bilan ham reaksiyaga kirishib tegishli mahsulotlar hosil qiladi.

3. Reaksiya markazidagi uglerod atomi optik faollikka ega bo'lgan birikmalar ratsematlanishga uchraydi, ya'ni optik faolligini yo'qotadi. Ratsematlanish jarayoni "zich" ion jufti hosil bo'lish bosqichidayoq ketadi. Bunga sabab, yassi tuzilishga ega bo'lgan karbokation ikki tomondan ham barabar ehtimollikda nukleofil bilan reaksiyaga kirishadi. Buni quyidagicha tasvirlash mumkin:

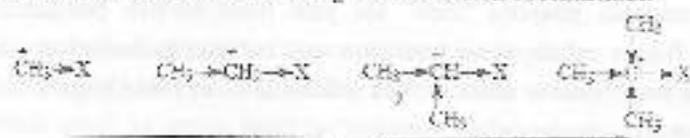


Qarama-qarshi ishoraga ega bo'lgan optik faol mahsulotlarning teng miqdorda hosil bo'lishi (ratsematning hosil bo'lishi) natijasida optik faollik yo'qoladi.

4.  $S_N1$  reaksiyasining tezligi karbokation qarodiligidan ortishi bilan ortadi. Karbokationning qarodiligi ichki (o'rinbosarlarning qutblanuvchi ta'siri) yoki tashqi (erituvchining ta'siri) ta'sir tufayli ortishi mumkin.

Gammet va Taft tenglamalaridagi reaksiya konstantasi  $\rho$  manfiy qiymatga ega bo'lib miqdoran kattadir ( $\rho = -3-5$ ). Bu ma'lumot ham reaksiya vaqtida elektrofil zaracha karbokation hosil bo'lishini ko'rsatadi.

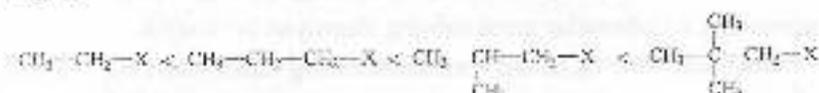
R-X ning R-tarkibidagi metil, etil, izo-propil va uchlamchi butil guruhlar qatorida  $S_N1$  reaksiyaning tezligi ortib boradi, chunki bu qatorida metil guruhlarining musbat induksion (+I) ta'siri qo'shilishi va ortishi natijasida markaziy uglerod atomidagi qisman musbat zaryad barqarorlashadi va karbokationning hosil bo'lishi osonlashadi:



3-1. Reaksiya tezligining ortishi

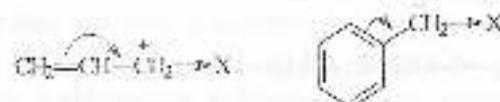
Bu X guruhga nisbatan  $\alpha$ -holatdagi uglerod bilan bog'langan vodород atomlarining metil guruhlariga almashinishining ta'siridir. Agar X

guruhga nisbatan  $\beta$ -holatda turgan uglerod atomidagi vodород atomlari metil guruhlariga almashtirilsa ham  $S_N1$  reaksiyaning tezligi ortib boradi, chunki markaziy uglerod atomining elektronlari  $sp^3$ -gibridlangan holatdan  $sp^2$ -holatga o'tadi va u reaksiyaga fazoviy jihatdan to'sqinlik qilmaydi.



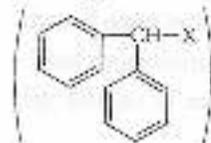
$S_N1$  reaksiya tezligining ortishi

X-guruhga nisbatan  $\beta$ -holatdagi uglerod atomida qo'sh bog' yoki aromatik hslqaning mavjudligi ham  $S_N1$  reaksiyani osonlashtiradi. Bunda karbokationning qarodiligi qo'sh bog' elektronlarining, mashab mezomer ta'siri (+M) tufayli ortadi.



Fenil guruhning bunday ta'siri natijasida benzil sistemalarning reaksiyasi  $S_N1$  va  $S_N2$  mexanizmlarning oralig'ida sodir bo'ladi. Agar benzel yadrosida elektron-akseptor o'rinbosarlar mavjud bo'lsa, reaksiya  $S_N2$  sohasiga o'tadi. Bunda Gammet tenglamasidagi reaksiya konstanta  $\rho$  musbat qiymatga ega bo'ladi. Elektron-donor o'rinbosarlar esa reaksiyani  $S_N1$  sohaga ko'chiradi. Gammet tenglamasidagi chiziqli bog'lanish o'rinbosarlarining  $\sigma^-$  (Gammet) konstantalari bilan emas, balki  $\sigma^+$  (Draun) konstantalar yordamida hosil bo'ladi. Bu xossa  $S_N1$  reaksiyasi uchun xarakterlidir. Korrelyatsion tenglamadagi  $\rho$  konstanta manfiy qiymatga ega bo'ladi.

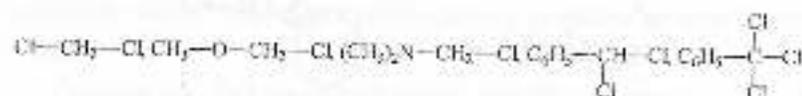
Agar benzil sistemasiga ikkinchi fenil guruhi kiritilsa



reaksiyalar to'liq  $S_N1$  sohaga ko'chadi. Bunda benzol yadrosidagi o'rinbosarlar xarakterining ahamiyati bo'lmaydi.

Umuman, allil va benzil - birikmalarining reaksiyalar  $S_N1$  va  $S_N2$  reaksiyalar chegarasida sodir bo'ladi. Maxsus sharoit yaratilgandagina (o'rinbosarlar kiritish, katalizator qo'llash, erituvchi tanlash natijasida) reaksiya u yoki bu sohaga o'tishi mumkin.

$S_N1$  reaksiyani osonlashtiruvchi guruhlardan galooid atomlari, alkoksil guruh va dialkilaminoguruhni eslatib o'tish kerak. Shuni ta'kidlash lozimki, bu guruhlar almashinish sodir bo'layotgan uglerod atomida joylashgan bo'lishi kerak.

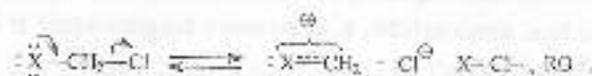


va hokazo.

Taqqoslash uchun quyidagi misolni keltirish mumkin:

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  butilxloridga nisbatan

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{Cl}$  etoksimetilxlorid  $10^6$  marta tez gidrolizlanadi.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$  benzilxloridga nisbatan  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHCl}_2$  benzil xlorid  $10^4$  marta,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CCl}_3$  benzotrixlorid  $500$  marta tez reaksiyaga kirishadi. Xlor yoki alkoksi guruhning  $S_N1$  reaksiyasini osonlashtirishini sxema tarzida quyidagicha tushuntirish mumkin:



Ko'rib o'tilgan nukleofil guruhlariga o'xshash reaksiyon markazdan ma'lum masofada joylashgan Z guruhi o'zining elektronhosdorlik xususiyati bilan almashinayotgan X guruhining chiqib ketishini osonlashtirishi mumkin. Bunda u vaqincha nukleofil reagent yoki

erituvchi vazifasini bajarishi mumkin. Bunda reaksiyon markaz va shu qo'shma guruh hisobiga vaqinchalik oraliq halqa hosil bo'ladi:



Bunday almashinish natijasida reaksiyon markazdagi uglerod atomining konfiguratsiyasi saqlanadi. Reaksiya ketishining bunday osonlashishi qo'shma guruhning ta'siri deb ataladi. Qo'shma guruhlar sifatida  $-\text{I}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{O}$ ,  $-\text{COOR}$ ,  $-\text{SN}$ ,  $-\text{S}$ ,  $-\text{NN}_2$ ,  $-\text{NH-COR}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{COO}^{\ominus}$ ,  $>\text{C}=\text{C}<$  guruhlar bo'lishi mumkin.

Qo'shma guruh ta'siri ostida boradigan  $S_N1$  reaksiyadan tashqari X-guruhining bevosita, mustaqil almashinish reaksiyasi ham sodir bo'ladi.

R-X substratdagi X guruhining  $S_N1$  mexanizmi bo'yicha almashinish reaksiyalari elektrofil katalizatorlar, masalan, soyuq  $\text{SO}_2$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{SbCl}_5$ ,  $\text{Hg}^+\text{Cl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$  va h.k. ishtirokida olib borilganda osonlashadi. Bu katalizatorlar X-guruhning anion sifatida ajralishiga, karbokationning hosil bo'lishiga yordam beradi. Bu katalizatorlarning alkilgalojenidlarni ionlashtirish qobiliyati quyidagi qatorda kamayadi:



Alkilgalojenidlarning bu katalizatorlar ishtirokida ionlanishini quyidagi sxema bilan ko'rsatish mumkin:



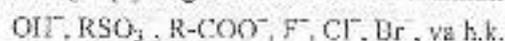
Soyuq  $\text{SO}_2$  dagi  $\text{F-SO}_3\text{H}$  +  $\text{SbF}_5$  katalizatori ayniqsa kuchli ta'sir ko'rsatadi. Bu aralashma R-X dagi R ni  $-60^{\circ}\text{S}$  dayoq karbokationga aylantiradi.

5.  $S_N1$  reaksiyasini proton erituvchilar -  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{R-OH}$ ,  $\text{Ar-OH}$ ,  $\text{R-COOH}$ , ya'ni dissotsialanganda vodorod ionini ozmi-ko'pmi hosil qiladigan erituvchilar osonlashtiradi. Bunga sabab proton erituvchidagi vodorod protonining R-X substrat tarkibidagi nukleofil X bilan

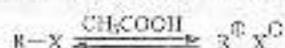
vodorod bog' hosil qilishi va vodorod kationi "qattiq" kislota bo'lgani sababli "qattiq" asoslarni barqarorlashirishidir:



Bunday asoslarga quyidagilar misol bo'lishi mumkin:



Erituvchining kislotaliligi ortishi bilan o'riubosar Xga bo'lgan moyillik ortadi va R-X ning ionlashishi tezlashadi. Shuning uchun proton erituvchilar R-X ga ionlantiruvchi ta'sir ko'rsatadi. Erituvchi ta'sirida R-X ionlanadimi yoki dissotsialanadimi - bu erituvchining dielektrik o'tkazuvchanlik konstantasiga bog'liq. Proton erituvchining dielektrik o'tkazuvchanlik konstantasi qancha katta bo'lsa, u R-X ning dissotsialanishiga, agar bu konstanta kichik bo'lsa - R-X ning faqatgina ionlanishiga sabab bo'ladi. Masalan, sirk kislota (dielektrik o'tkazuvchanlik konstantasi 6,1) R-X ni ionlantiradi xolos va ion juftlarini hosil qiladi. Bunda ko'pincha "zihi" ion jufti hosil bo'ladi:



Chumoli kislotasi esa (dielektrik o'tkazuvchanlik konstantasi 84) C-X ni dissotsialantiradi:



Shunday qilib erituvchi va R-X o'rtasidagi vodorod bog'ining kuchi hamda erituvchining dielektrik o'tkazuvchanlik konstantasi ortishi bilan reaksiyaning  $S_N1$  mexanizm bo'yicha ketish imkoniyati ortadi.

Proton erituvchi tarkibida kislorod, azot, oltingugurt, fosfor kabi bo'linmagan elektron juftli atomlar bo'lgani sababli bu erituvchilar elektronga taqchil bo'lgan moddalarni ham solvatlashi, barqarorlashtirishi mumkin. Shuning uchun proton erituvchilar o'z-o'zini solvatlashi mumkin:



Bu xususiyat proton erituvchilar bilan R-X substrat o'rtasida haqiqiy almashinish reaksiyasi (solvoliz) sodir bo'lishiga sabab bo'ladi:



Aproton erituvchilar (dietil efiri, dioksan, tetrahidrofuran, atseton, dimetilformamid - DMFA, atsetonitril, nitrometan, tetrametilensulfon - sulfolan, dimetilsulfoksid - DMSO, etilenkarbonat, geksametilfosfortriamid - GMTFA) kationlarni yaxshi stabilaydi. Shuning uchun bu erituvchilar  $S_N2$  reaksiyasi uchun qulaydir.

Shunday qilib, erituvchi ta'sirini hisobga olib nukleofil almashinish reaksiyasi mexanizmini  $S_N1$  yoki  $S_N2$  sohaga ko'chirish mumkin. Masalan, aproton erituvchiga (atseton, atsetonitril, dioksan va h.k.) suv qo'shilsa  $S_N2$  reaksiyasining tezligi kamayib,  $S_N1$  reaksiyasining kelishiga sharoit tug'illadi.

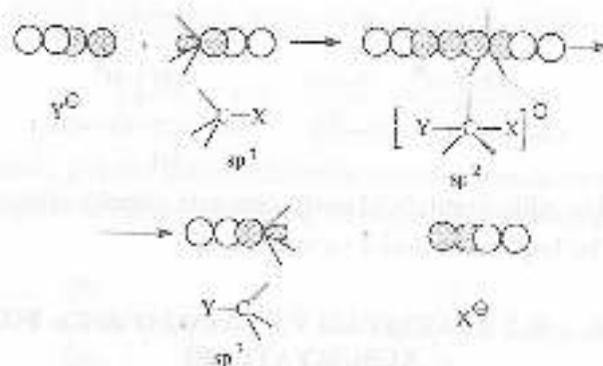
Yuqorida xemasi keltirilgan solvoliz reaksiyasi karbokation mexanizmi bo'yicha ketsa ham uning tezligi  $v = k[R-X][R-OH]^2$  formula bilan ifodalanadi, ya'ni reaksiya 3-tartibda boradi. Bu reaksiyaning mexanizmi "push-pull" ("sur va tort" ma'nosida) mexanizmi deb ataladi. Bu mexanizmining isboti sifatida trifenilxlorometanning metanoldagi, fenoldagi va metanol-fenol aralashmasidagi reaksiyasini keltirish mumkin.

Metanoldagi reaksiya uchinchi tartibli reaksiya bo'lib uning tezligi  $v = k[(C_6H_5)_3CCl][CH_3OH]^2$  formula bilan ifodalanadi.

Agar reaksiyaga metanol o'rniga fenol olinsa, tezlik ifodasi saqlinadi, ammo reaksiya sekinlashadi. Reaksiya fenol va metanol aralashmasi bilan o'tkazilsa tezlik ortadi. Bunga sabab fenol metanolga nisbatan kuchli kislota bo'lgani uchun o'zining protoni bilan Cl atomini tortadi. Metanol esa o'zining kislorodi bilan elektron beradi, chunki metanol kislorodining asosililigi katta (fenolning kislorodiga nisbatan), ham fazoviy jihatdan qiyinchilik tug'dirmaydi. Haqiqatan ham trifenilxlorometanning metanol va fenol aralashmasidagi reaksiyasi natijasida faqat

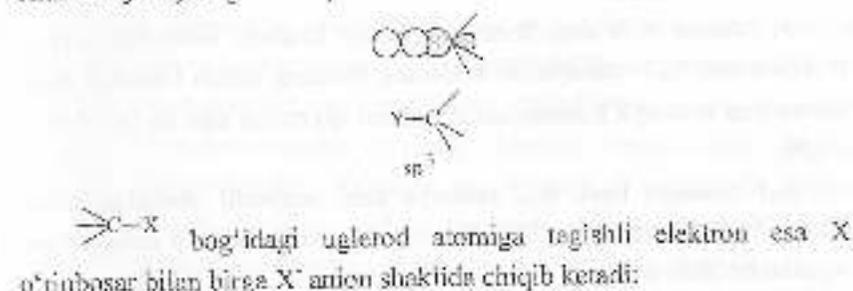
O'tish holati yoki oraliq holat yuqori energiyaga ega bo'lgan shunday holatki, bu holatdan reaksiyaga kirishuvchi sistema dastlabki moddalarga ham, reaksiya mahsulotlariga ham oson aylanishi mumkin. Uning hosil bo'lishini quyidagicha tushuntirish mumkin:

Y reagent R-X substratga X o'rinbosarga qarama-qarshi tomondan yaqinlashib keladi. Uglarod atomining X o'rinbosar bilan bog' hosil qilishda ishtirok etgan  $sp^3$ -elektronining kichik qismi ( $\sigma^*$ ) katta qismi hisobiga o'sadi va beqaror p-elektron vujudga keladi. Uglarod atomi esa  $sp^3$ -gibridlangan holatdan  $sp^2$ -gibridlangan holatga o'tadi va tekis, yassi ko'rinishni oladi. Beqaror p-orbital bilan bir vaqtning o'zida ham reagent Y va o'rinbosar X elektroulari tutashib kuchsiz bog' hosil qiladi. Y reagent ham, X o'rinbosar ham bir-to'g'ri chiziqda joylashadi. Buni sxemada quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Agar Y reagentning va X o'rinbosarning fazoviy qiyinchilik tufayli bunday joylashishi mumkin bo'lmasa, reaksiyalar juda qiyin va sekin keladi. Sxemada keltirilgan Y reagentning elektron tuzilishini bunday tushunish kerak: atom yoki atomlar guruhi holidagi Y ga (masalan Br atomiga) bitta elektronning kelib o'tirishi natijasida  $Y^-$  anion ( $Br^-$  anion) hosil bo'ladi. Uni sxemada ikkita r-elektron shaklida berilgan. Bu bo'yalgan shakidagi p-elektron neytral atom yoki atomlar guruhiga kelib o'tirgan elektrondir. Sxemadan ko'rinib turibdiki, aynan shu elektron substrat C-X dagi uglarodning X o'rinbosar bilan bog' hosil

qilishda ishtirok etgan  $sp^3$ -gibrid elektroni o'rmini oladi va Y-atomi bilan kimyoviy bog' hosil qiladi:



Sxemani tushunishda shunga e'tibor berish kerakki, Y tarkibidagi elektron bilan  $C-X$  tarkibidagi uglarodning elektroni va X tarkibida chiqib ketayotgan elektronlar turli shaklda bo'yalgan.

Takror aytamizki, bunday sxema o'quvchiga  $S_N1$  va  $S_N2$  reaksiyalar tushunarliroq bo'lishi uchun berildi va bu bilan eski bog'ning uzilishi va yangi bog'ning hosil bo'lishi tushuntirildi.

$S_N2$  reaksiyasi quyidagi o'ziga xos xususiyatlarga ega:

1) Nukleofil reagent Y reaksiya tezligini belgilovchi bosqichda ishtirok etadi. Aynan shu bosqich reaksiya mahsulotining tarkibini aniqlaydi.

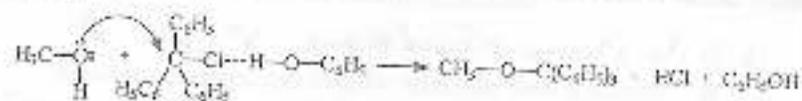
Ideal holda reaksiyaning tezligi ikkinchi tartibli reaksiyaning tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$v = k[Y][R-X]$$

Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, reaksiyaning tezligi nukleofil reagent Y ning konsentratsiyasi ortishi bilan ortadi.

2) Optik faollikka ega bo'lgan reaksiya markazli biokimialarda optik faollik, odatda, saqlanadi, ammo asimmetrik uglarod atomining konfiguratsiyasi teskarisiga almashadi. Konfiguratsiyaning bunday almashi-

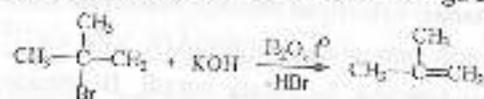
trifenilmetilmetil efiri hosil bo'ladi. Reaksiya quyidagi sxema bo'yicha boradi:



### Misolilar va masalalar

1. Uchlanchi-butilbromididan uchlanchi butil spirtini olish uchun gidroliz reaksiyasini qanday sharoitda o'tkazish kerak?

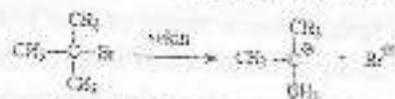
**Yechish:** Ma'lumki, alkilgalojenidlardan spirtlar olishda gidroliz reaksiyasi ishqorli suvda, suvning o'zida, suvli atseton eritmalarida olib boriladi. Ammo uchlanchi galojdbirikmalarni gidroliz qilishda ishqor eritmalaridan foydalanib bo'lmaydi. Chunki uchlanchi galojdbirikmalar ishqor eritmalarida ta'sirida almashinish reaksiyasiga emas, balki osonlik bilan tortib olinish reaksiyasiga uchraydi va olefinlarga aylanadi:



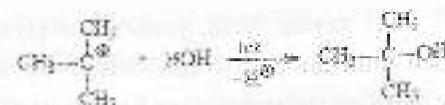
Shu sababli gidroliz uchun uchlanchi galojdbirikmalarda suv, suvli atseton eritmalarida olinib, reaksiya bu eritmalarda qaynatish bilan olib boriladi:



Reaksiya bu sharoitda  $S_N1$  mexanizm bo'yicha boradi. Suvli muhunda uchlanchi butilbromid avval sekinlik bilan dissotsiylanadi:

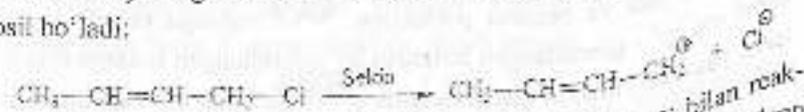


Hosil bo'lgan uchlanchi butil kationi tez suv bilan reaksiyaga kirishadi va uchlanchi butil spirtini hosil qiladi:

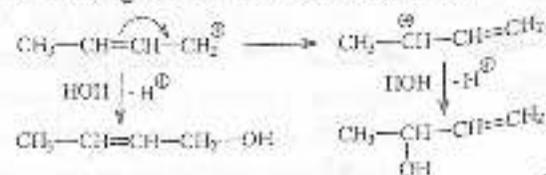


2. Krotil xlorid -  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Cl}$  atsetonli suvda qaynatilganda qanday moddalar hosil bo'lishi mumkin?

**Yechish:** Uchlanchi galojdbirikmalar, allyl- yoki benzil galojenidlarda suvli atsetonda qaynatilganda  $S_N1$  mexanizm bo'yicha gidrolizlanadi. Reaksiyaning birinchi - sekin ketadigan bosqichida karbokation hosil bo'ladi:



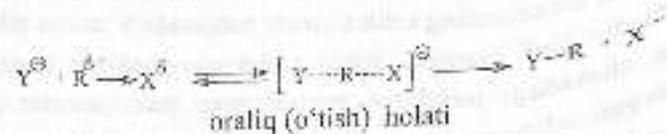
Reaksiyaning ikkinchi bosqichida karbokation tez suv bilan reaksiyaga kirishadi. Bunda reaksiyaning birinchi bosqichida hosil bo'lgan karbokation izomerlangan holda ham reaksiyaga kirishishi mumkin:



Shunday qilib, krotilxlorid suvli atsetonda gidroliz qilenganda 2 xil spirt hosil bo'ladi: buten-2-ol-1 va buten-1-ol-3.

### 26. $S_N2$ REAKSIYASI VA UNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

$S_N2$  nukleofil almashinish reaksiyasi bir bosqichda, sinxron tarzda sodir bo'ladi va substrat ham, reagent ham tezlikni belgilovchi bosqichda ishtirok etadi. Shu bosqichda oraliq (o'tish) holati vujudga keladi:

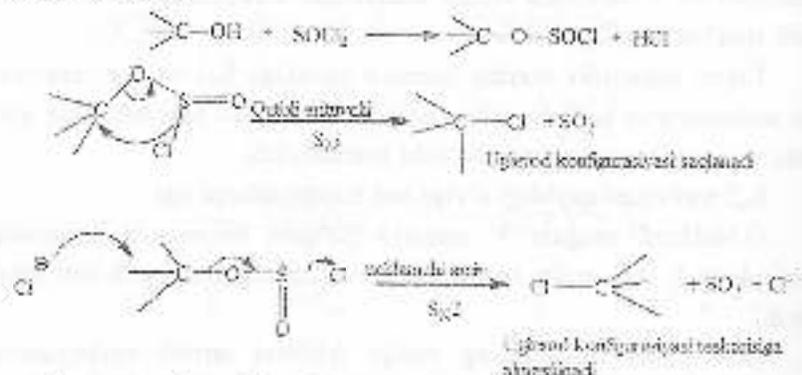


nishi, bu hodisani birinchi aniqlagan olim Valden sharhiga, *Valden aylanishi* deb ataladi:

3) Substrat R-X dagi R-ning tarkibiga kiruvchi elektronokseptor o'rinbosarlar  $S_N2$  reaksiyasini tezlatadi. Shuning uchun Gutunel tenglamasidagi reaksiya konstantasi  $\rho$  musbat qiymatga ega bo'ladi (+0,5-+1,0).

$S_N1$  reaksiya ham,  $S_N2$  reaksiya ham nukleofil almashinishning ikkita ideal mexanizmi bo'lib, ularning o'rtasida juda ko'p oraliq imkoniyatlar bo'lishi mumkin.

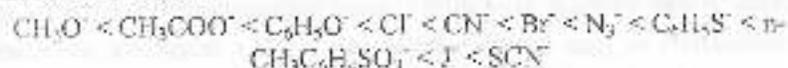
Spirtlarga fosfor uchxlorid, tionilxlorid va fosgen ta'sir ettirib galoid birikmalar olishda  $S_N2$  reaksiyasi bilan birga ichki nukleofil almashinish  $S_Ni$  ham bo'lishi mumkin. Odatda bu reaksiya qutbli erituvchilar ishtirokida ketadi. Uchlamachi asidlar ishtirokida esa  $S_N2$  reaksiyasi ketadi:



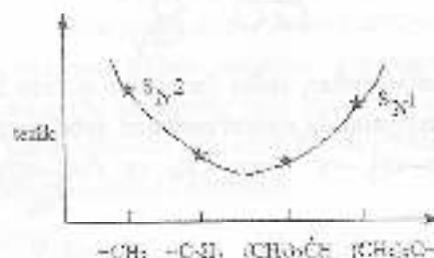
Aprotion erituvchilar  $S_N2$  reaksiyasi uchun qulay erituvchilar ekanini yuqorida aytib o'tdik. Bunday erituvchilar qatoriga yuqorida qayd qilib o'tilganidek, dietil eiri, dioksan, 1,2-dimetoksietan, tetrahidrofuran, aseton, DMF, dimetilatsqramid, asetonitril, nitrometan, tetrametilen-sulfon, DMSO, etilenkarbonat, GMTEA kabi erituvchilar kiradi. Dielektrik o'tkazuvchanlik konstantasi 15 dan katta bo'lgan aprotion erituvchilar (yuqoridagi erituvchulardan oddiy efitardan boshqa erituvchular) bipolyar aprotion erituvchilar deb ataladi. Erituvchining

dielektrik o'tkazuvchanligi zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi vakumdan bir jinsli izotrop muhitga o'tganda necha marta kamayishini ko'rsatadi. Ular R-X substratga ionlantiruvchi ta'sir ko'rsatadi. Agar bipolyar aprotion erituvchining dielektrik o'tkazuvchanlik konstantasi 40 dan katta bo'lsa (tetrametilen-sulfon, DMSO, etilenkarbonat) ular ion juftlarini (R<sup>+</sup>X<sup>-</sup>) dissotsiatsiyaga uchratadi. Aprotion erituvchilarda kationlar yaxshi barqarorlashadi. Anionlar esa bunday erituvchilarda yomon barqarorlashadi. Shuning uchun barqarorlashish anionlarning ichki tuzilishiga, qutblanuvchanligiga yoki "yumshoq" ligiga bog'liq.

Aprotion erituvchilarda ularning turg'unlashish darajasi quyidagi qatorda ortib boradi:



Substrat R-X dagi R metil, etil, izopropil va uchlamchi butil bo'lgan qatorda, ya'ni  $\text{CH}_3\text{-X}$  dagi vodorod atomlari bitta, ikkita va uchta metil gurublariga almashgan qatorda,  $S_N2$  reaksiyasining tezligi kamayib boradi. Chunki almashinish sodir bo'layotgan markaziy uglerod atomi X ga qarama-qarshi tomondan hujum uchun fazoviy jihatdan to'siladi. R gurubidagi X guruhga nisbatan  $\beta$ -holatdagi vodorodlarning metil guruhlarga almashishi ham  $S_N2$  reaksiyasini qiyinlashtiradi. Buning sababi ham fazoviy qiyinchilikdir. Yuqorida keltirilgan fikrlarni galoidalkillarning gidroliz reaksiyasining tezliklari chizmasida yaqqol ko'rish mumkin:



Rasm 3. Alkilgalojenidlar gidroliz reaksiyasi tezligining alkil guruhlari tuzilishiga bog'liqligi

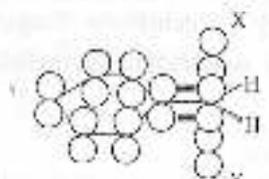
Alkilbromidlarning R-Br gidroliz reaksiyalari uchun quyidagi nisbiy tezliklar aniqlangan:

R-ClI <sub>1</sub> -	2140
R-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	171
R=(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ClI-	5
R=(ClI <sub>1</sub> ) <sub>2</sub> C-	1010

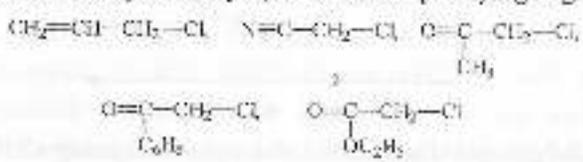
Ko'rinib turibdiki, alkilbromid R-Br dagi alkil guruhi metil-, etil-, izopropil- va uchlanchi-butil qatorida o'zgarganda gidroliz reaksiyasi-ning mexanizmi S<sub>N</sub>2 dan S<sub>N</sub>1 ga o'zgaradi. Bunda avval S<sub>N</sub>2 reaksiya sekinlashib boradi va S<sub>N</sub>1 reaksiyasi esa tezlashadi.

Reaksiyaning tezlik chizmasi, shuning uchun, U-simon chizma bo'ladi. Xuddi shunday U-simon chizma yadrosida turli xarakterdagi o'rinbosarlari bo'lgan benzilxloridlarning gidroliz reaksiyasi tezliklari-ning o'rinbosarlarga bog'liq chizmasida ham hosil bo'ladi, chunki bu qatorlarda ham reaksiyaning mexanizmi o'zgaradi.

Demak, benzilxlorid yadrosidagi o'rinbosarlarni maxsus tahlil bilan reaksiyani S<sub>N</sub>1 yoki S<sub>N</sub>2 sohaga ko'chirish mumkin. Benzilxlorid-ning o'zi ham S<sub>N</sub>2 reaksiyasi sharoitida faol reaksiyaga kirishadi. Buni oraliq holatdagi kvazi-r-orbitallning benzol yadrosidagi qo'shni qo'sh bog'larning p-π-orbitallari bilan turashishi orqali tushintirish mumkin:



Na faqat benzilxloridlar, balki formulasi quyida keltirilgan birik-malar ham S<sub>N</sub>2 reaksiyalarida yuqori reaksiya qobiliyatga ega:



S<sub>N</sub>2 reaksiyasiga bu birikmalardagi guruhlarining -I manfiy induktiv ta'siri tufayli qublanish ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Nukleofil almashinish reaksiyalarida R-X substrat tarkibidagi chiqib ketuvchi guruh X teskari reaksiyada nukleofil reagent bo'lishi mumkin:

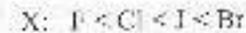


Shuning uchun X guruhning chiqib ketish osonligi uning nukleofililigiga teskari proporsionaldir.

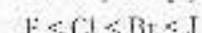
X guruhning chiqib ketishiga erituvchi katta ta'sir ko'rsatadi. Proton erituvchilarda -N...X- vodород bog'lari hosil bo'lishi mumkin. Uning mustahkamligi o'rinbosar Xning "qattiq"ligi ortishi bilan quyidagi qatorlarda ortadi:



Ammo, proton erituvchilarda o'rinbosar X ning chiqib ketishi quyidagi qatorlarda ortadi:



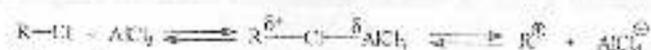
Aproton erituvchilarda esa bu qator quyidagi ko'rinishni oladi:



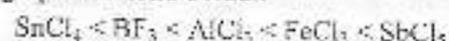
Demak, o'rinbosarlarning qublanuvchanligi uning chiqib ketishida katta ahamiyatga ega - u qanchalik yuqori qublanuvchanlikka ega bo'lsa, shunchalik oson chiqib ketadi. Masalan: <sup>-</sup>OH<sub>2</sub>, <sup>-</sup>ONR, <sup>-</sup>SR<sub>2</sub>, <sup>-</sup>NR<sub>2</sub> kabi kation o'rinbosarlar tegishli neytral guruhlar -OH, -OR, -SR<sub>2</sub>, -NR<sub>2</sub> ga nisbatan oson chiqib ketadi. Bu guruhlar esa nukleofiligi juda kattaligi tufayli anionlar shaklida chiqib keta olmaydi. Bu guruhlar faqat leislotali sharoitdagina, kation shaklini olgandan so'nggina chiqib ketadi. Chiqib ketuvchi guruhning yoki anionning ichki barqarorlashuvi yuqori bo'lsa, uning ajralishi juda oson bo'ladi. Masalan, sulfoniyl guruh shunday oson chiqib ketuvchi guruhdir:



R-X tarkibidagi X guruhni (masalan u galogen bo'lsa) Lyuis kislotalari katalizatorligida oson siqib chiqarish mumkin. Katalizatorning ta'siri quyidagicha tushuntiriladi:

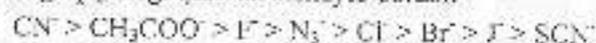


Katalizatorlarning ionlantiruvchi ta'siri uning "qattiqligi" oshib boruvchi quyidagi qatorda ortib boradi:



Optik faol bo'lgan R-X yuqoridagi ion juft hosil bo'lish bosqichidayoq ratsemizatsiyaga uchraydi.

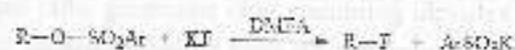
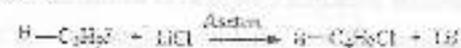
$S_N2$  reaksiyalarda oraliq holat reagent-nukleofilga nisbatan yuqori selektivlikka ega. Bipolyar aprotan erituvchilarda nukleofilning solvatlanish darajasi yuqori bo'lmaganligi uchun nukleofil reagentlarning reaksiya tezligi quyidagi qatorda kamayib boradi:



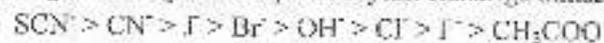
Bu qator nukleofil reagentlar asosligining kamayib borish qatoriga mos keladi.

$S_N2$  reaksiyalarda reagent dissotsialangan ion ko'rinishda faol reaksiyaga kirishadi. Ion juftlari faol emas. Erituvchining qutbliligi qancha yuqori bo'lsa u ion juftni shunchalik ionlarga ajratishi oson bo'ladi. Vodород galogenid kislotalar tuzlarining dissotsialanishi galogenid anionning qutblanuvchanligi ortishi bilan ortadi.

Bipolyar aprotan erituvchida kuchli nukleofil kuchsizini siqib chiqaradi, masalan:



Proton erituvchilarda nukleofil-reagent bilan erituvchi orasida vodород bog'i vujudga keladi va nukleofilning zaryadi kamayadi. Nukleofil reagentlarning faollik qatori deyarli teskariga altnashadi:



Kuchli vodород bog'i qutblanuvchanligi kam, "qattiqligi" yuqori bo'lgan anion bilan hosil bo'ladi.

Oson qutblanuvchan anionga erituvchining o'zgarishi kam ta'sir qiladi. Masalan, bir galogenalkildan boshqa galogenalkil olish - Finkelshteyn reaksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Bu reaksiyalar bir xil temperaturada proton erituvchi - suvda juda sekin ketib, aprotan erituvchi - atsetonda juda tez keladi. Reaksiyalarning atseton va suvdagi nisbiy tezliklari mos ravishda  $8 \cdot 10^6$ ,  $1,3 \cdot 10^4$ ,  $1,5 \cdot 10^6$  ga teng. Bu natijalar  $F^-$  va  $Cl^-$  anion-nukleofilarning suvda vodород bog' hosil qilishi hisobiga faolligi keskin kamayishini ko'rsatadi.

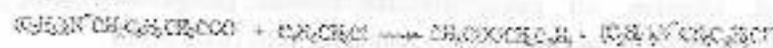
$S_N2$  mexanizmda boradigan nukleofil almashinish reaksiyalarini bir-birida aralasturmaydigan ikkita fazada (masalan, suyuq-suyuq, suyuq-qattiq) olib borilganda fazalararo katalizator (FAK) qo'llaniladi. Organik erituvchilar sifatida ko'pincha benzol, dietil efir, atsetonitril, dixlorometan, dixloreten, xloroform va h. ishlatiladi. FAK sifatida to'rtlamchi ammoniy asoslari yoki tuzlari, kran-efirlar qo'llaniladi. FAKning vazifasi suvda erigan yoki qattiq holda bo'lgan MeY tuzi tarkibidagi nukleofil  $Y^-$  ni organik fazaga, ya'ni asosiy reaksiya sodir bo'ladigan fazaga olib chiqishdir.

Natriy atsetat bilan benzilxlorid o'rtasida boradigan reaksiyani olib ko'raylik. Natriy atsetat suvda yaxshi eriydi, benzilxlorid esa suvda erimaydi. Shuning uchun ular orasidagi reaksiya reagentlar ikki fazada bo'lgani uchun ketmaydi. Reaksiya ketishi uchun atsetat ionini benzilxlorid fazasiga yoki u erigan benzol yoki boshqa erituvchi fazasiga olib chiqish kerak. Bu vazifani katalizator bajaradi. Agar aralashmaga trietilbenzilammoniy xlorid (Makoshi katalizatori) solinsa reaksiya ketadi, chunki katalizator nukleofilni bug'lab organik fazaga olib chiqadi:

Suv faza

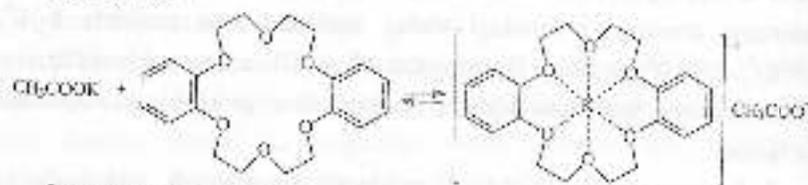


Organik faza

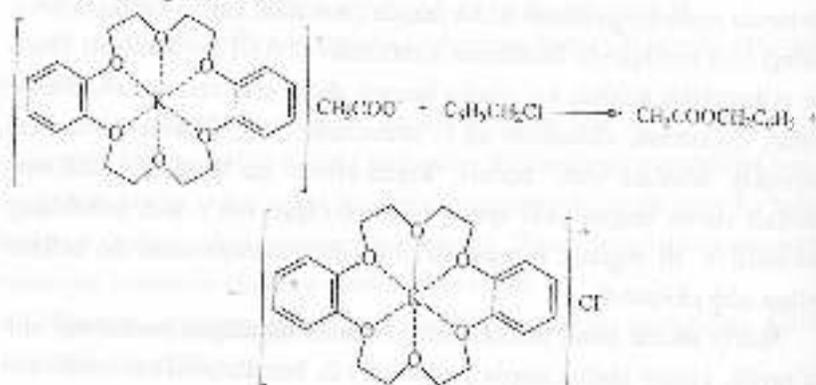


Katalizator sifatida krun-efir, masalan, dibenzo-18-krun-6 ishlatilsa va reaksiya bir-birida aralashmaydigan ikkita fazada - qattiq-suyuq fazada o'tkazilsa katalizning mexanizmi quyidagicha bo'ladi:

Qattiq faza:



Suyuq organik faza:

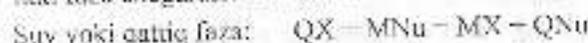
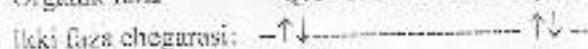
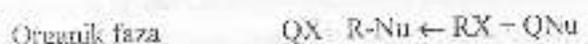


Ko'rinib turibdiki, ikkala holda ham katalizator bir xil vazifani bajarmoqda. Biri o'z anionini nukleofil anioniga almashtirib uni organik fazaga olib chiqsa, ikkinchisi nukleofil kationi bilan kompleks kation hosil qilib anionni kompleks tuz shaklida organik fazaga o'tkazadi.

Nukleofil almashinish reaksiyalarida fazalararo katalizning qo'llanilishi bu reaksiyalarni faqat geterogen fazada emas, balki geterogen fazada ham o'tkazish imkoniyatini berdi. Fazalararo katalizni oddiy

efirlar, sidanlar, nitrobirikmalar, spirtlar olishda hamda anion polimerlanishda va boshqa reaksiyalarda ham qo'llash mumkin.

Agar reagent-nukleofil bilan bog'lanib uni organik fazaga olib chiquvchi katalizatorni Q bilan belgilansa fazalararo kataliz diagrammasini Starks sikli bo'yicha quyidagicha tasvirlash mumkin:

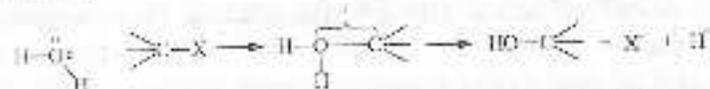


Bu yerda R-X substrat, MNu-reagent va R-Nu-reaksiya mahsuloti.

### Misolalar va masalalar

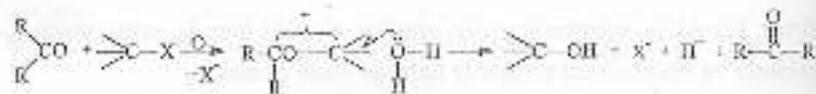
1. Nima uchun optik faol oktonol-2 sulfati suvda solvoliz qilinganda optik faollik saqlanib, markaziy uglerod konfiguratsiyasi teskariga almashadi, reaksiya suvi atsetonda olib borilganda esa mahsulotning optik faolligi kam bo'ladi?

**Yechish:** Kuchli qutblanuvchi erituvchi bo'lgan suvda karbo-kation asos hosil bo'lib, u kuchli ratsemlanishini kutish mumkin edi. Aslida reaksiya efir guruhiga qarama-qarshi tomondan solvatlangan ion jufti hosil bo'lishi bilan beradi. Bunday solvatatsiyada ishtirok etuvchi suv molekulasini proton chiqarib uglerod atomi bilan haqiqiy bog' hosil qilishi va to'liq almashingan konfiguratsiyali optik faol spirt hosil qilishi mumkin:



Uglerod konfiguratsiyasi almashingan mahsulot

Reaksiya atsetonda olib borilganda uglerodni solvatlovchi atseton haqiqiy bog' hosil qila olmaydi. Haqiqiy bog' hosil bo'lishi uchun suv molekulasini murakkab efir guruhi bo'lgan tomondan uglerod atomiga hujum qilib konfiguratsiyasi saqlangan mahsulot hosil qiladi:

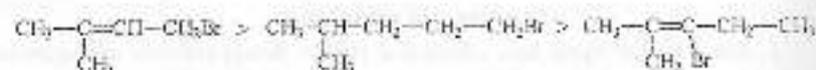


Uglerod konfiguratsiyasi saqlangan mahsulot

Natijada bu reaksiyada aralash mahsulot hosil bo'lib, uning optik faolligi kam bo'ladi.

2. Quyidagi birikmalardagi bromning harakatchanligi qaysi tartibda o'zgaradi: 5-brom-3-metilpentan, 3-brom-2-metilpenten-2, 4-brom-2-metilbuten-2?

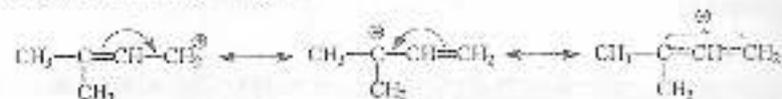
*Yechish:* Bromning reaksiya qobiliyati yoki harakatchanligi quyidagi tartibda kamayib boradi:



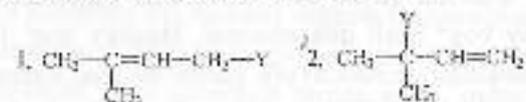
4-brom-2-metilbuten-2 > 5-brom-2-metilpentan > 3-brom-2-metilpenten-2

4-Brom-2-metilbuten-2 dagi brom atomi (bunday brom atomi alil holatdagi brom atomi deb ataladi) nukleofil almashinish reaksiyalarida  $S_N1$  reaksiya sharoitida ham,  $S_N2$  reaksiya sharoitida ham yuqori faollikka egadir.

$S_N1$  reaksiyasi sharoitida karbokationning hosil bo'lishi osun bo'ladi, chunki molekula da musbat zaryadni stabilleshda ishtirok eta oladigan qo'sh bog' mavjud:



Karbokationning bunday ikkita mezomer holatlarda bo'la olishi natijasida ikkita almashinish mahsuloti hosil bo'ladi:

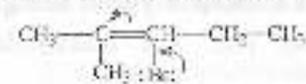


$S_N2$  reaksiyasi sharoitida esa 4-brom-2-metilbuten-2 tuzilishi o'xshash, ammo qo'sh bog'i bo'lmagan 4-brom-2-metilpentanga nisbatan yuqori reaksiya qobiliyatini namoyon qiladi.

Birinchidan, qo'sh bog' tutgan uglevodorod qoldig'i reaksiya markazdagi uglerod atomida musbat zaryadni oshiradi, chunki bu guruh -I ta'sir ko'rsatadi, natijada nukleofilning hujumi osonlashadi.

Ikkinchidan, oraliq holatdagi uglerod atomining kvazi p-orbitali elektronlari qo'sh bog'dagi p-orbital bilan tutashishi hisobiga reaksiya tezlashadi.

3-Brom-2-metilpenten-2 tarkibidagi bromning reaksiya qobiliyatining eng past ekanligini brom atomi p-elektronlarining qo'sh bog' elektronlari bilan mezomer tutashishi bilan tushuntiriladi:



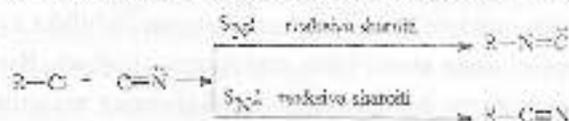
Elektronlarning bunday tutashishi uglerod atomi bilan bromning bog'lanish mustahkamligini oshiradi, bu esa bromning reaksiya qobiliyatini pasaytiradi.

3-Metilbromid, etilbromid va izo-propilbromidlarning gidroliz reaksiyasi uchun tezliklarning quyidagi nisbatlari olingan: 2140:170:5. Bu natijalar qaysi reaksiya sharoitlari uchun olingan?

*Yechish:* Gidroliz reaksiyasining tezligi metilbromiddan etilbromidga va izopropilbromidga tomon kamayib borishi nukleofilning almashinish sodir bo'layotgan uglerod atomiga hujumining qiyinlashib borayotganidan dalolat beradi. Bunday qiyinlashish faqat  $S_N2$  sharoitida, oraliq holatning fazoviy qiyinchilik tufayli hosil bo'lishi qiyinlashganda sodir bo'ladi. Chunki, etil guruhda bitta, izopropil guruhda ikkita metil guruh oraliq holat hosil bo'lishiga fazoviy to'sqinlik qiladi.



Jadvaldan ko'rinib turibdiki, yadroda elektronodonor o'rinbosarlar bo'lganda reaksiya  $S_N1$  sohaga o'tib, alkilnitritning nisbiy miqdori ortadi. Erituvchining qutbliligini oshirish bilan alkilnitritning miqdorini yanada oshirish mumkin. Reaksiyani dimetilformamid yoki dimetilsulfoksidda  $KNO_2$  bilan o'tkazish hamda, yadroga elektronakseptor o'rinbosarlarni kiritish bilan esa nitroalkanlarning nisbiy miqdorini oshirish, ya'ni reaksiyani  $S_N2$  sohaga to'liq o'tkazish mumkin. Xuddi shunday natijalarni Kolbe bo'yicha nitrillar sintez qilishda olish mumkin:

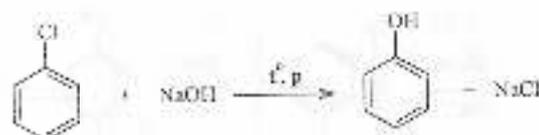


Fenolyatlarni alkillashda reaksiya  $S_N2$  mexanizmda boradi. Reaksiyada C- yoki O-alkilmahsulotlarning hosil bo'lishida erituvchining, kationning, hamda alkil guruhining xarakteri katta rol o'ynaydi. U yoki bu moddaning hosil bo'lishini "qattiq" yoki "yumshoq" kislota va asoslar tushunchalaridan foydalanib tushuntirish mumkin. Bu mulohazalar reaksiyalarni fazalararo kataliz sharoitida o'tkazilganda ham o'z kuchida qoladi.

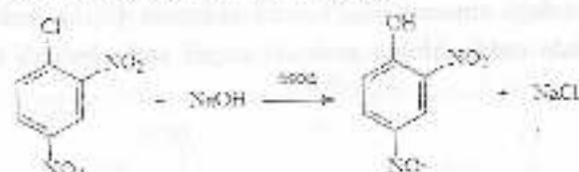
Yuqorida ko'rib o'tilgan reaksiyalar to'yingan uglerod atomidagi (ya'ni  $sp^3$ -gibridlangan elektronli uglerod atomidagi) nukleofil almashinish reaksiyalaridir. To'yingan galoid birikmalarda  $sp^2$ -gibridlangan uglerod atomidagi nukleofil almashinish alifatik qatonda amalda sodir bo'lmaydi. Chunki  $CH_2=CH-X$  ko'rinishdagi birikmalarda X guruhning nukleofil almashinishi o'rniga qo'sh bog'ga birikish, polimerlanish reaksiyalari ketadi, chunki X-guruhi (masalan, Cl-) uglerod atomiga mezomer ta'sir tufayli juda kuchli bog'langan bo'ladi:



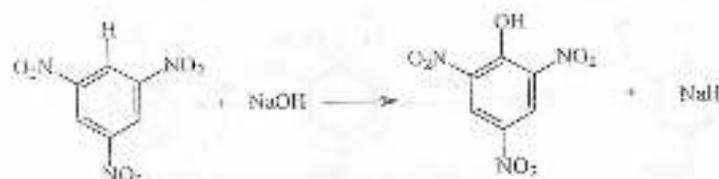
$C_{sp^2}$ -Hal ko'rinishidagi aromatik galogenid birikmalarda benzol yadrosining barqarorligi tufayli nukleofil almashinish sodir bo'ladi, masalan:



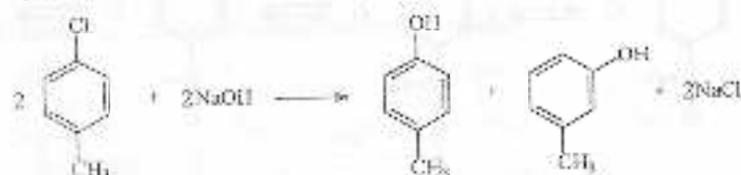
Amma bu reaksiya yuqori temperatura va bosim ostida qiyinlik bilan sodir bo'ladi. Nukleofil almashinishni osonlashtirish uchun galoid atomiga nisbatan o- va n-holatlariga kuchli elektronoakseptor guruhlar, masalan,  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{CN}$ ,  $\text{SO}_3\text{H}$  guruhlar kiritiladi.



$-\text{NO}_2$  guruhlar soni ko'p bo'lsa, masalan, 1,3,5-trinitrobenzoida, hatto vodorod atomini ham nukleofil almashirish mumkin:



Benzol yadrosida elektronoakseptor guruhlar bo'lganda vodorod, galogen atomlari, sulfoguruh  $-\text{SO}_3\text{H}$ , nitroguruh  $-\text{NO}_2$  lar nukleofil almashinishi mumkin. Yadroda nukleofil almashinishni osonlashtiruvchi elektronoakseptor guruh bo'lmagan vaqtda reaksiya degidrobenzol oraliq birikmasi hosil bo'lishi bilan boradi (Arim mexanizm, Bannet, 1954-y.):



**Misol va masalalar**

1. Alkilbromidlardan HF ishtirokida KF ta'sir ettirib alkilfloridlar olib bo'lmaydi. Reaksiya aralashmaga  $SbF_5$  katalizatori ko'shilsa, reaksiya ketadi. Nima uchun?

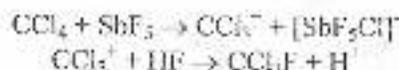
**Yechish:** Finkelshteyn reaksiyasi bo'yicha xloridlarni floridlarga proton erituvchilarda aylantirib bo'lmastligiga sabab reaksiyaning  $S_N2$  sohada bo'lishidir.  $SbF_5$  katalizatori ta'sirida esa alkilbromid karbokation hosil qiladi:



Hosil bo'lgan karbokation  $S_N1$  reaksiyasining oraliq mahsuloti bo'lib, u Kornbiyum qoidasi bo'yicha elektron zichligi katta bo'lgan nukleofil bilan, ya'ni flor-anioni bilan reaksiyaga kirishadi:

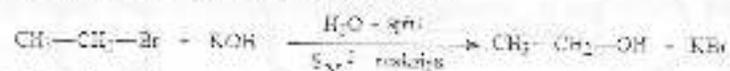


Shu usul bilan sanoatda muhim ahamiyatga ega bo'lgan fluorokarbonlar olinadi:

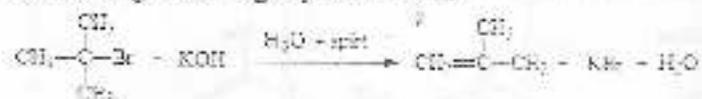


2. Etilbromid va uchlanchi butilbromidlardan yuqori unum bilan spirt hosil qilish uchun bromidlar gidrolizini qanday sharoitlarda o'tkazish kerak?

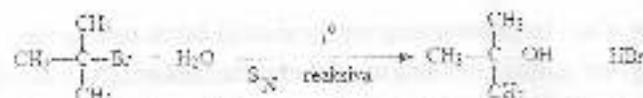
**Yechish:** Etilbromid birlanchi galoid birikma bo'lgani uchun uning gidrolizi  $S_N2$ -reaksiya sharoitida o'tkaziladi. Buning uchun unga ishqorning suvli-spirilli eritmasi ta'sir etiriladi:



Ikkinchi galogenid – uchlanchi galoid birikma, shuning uchun uning gidrolizi uchun  $S_N1$  reaksiya sharoitini yaratish kerak. Yuqoridagi sharoitda u osongina olefinga aylanib ketadi:

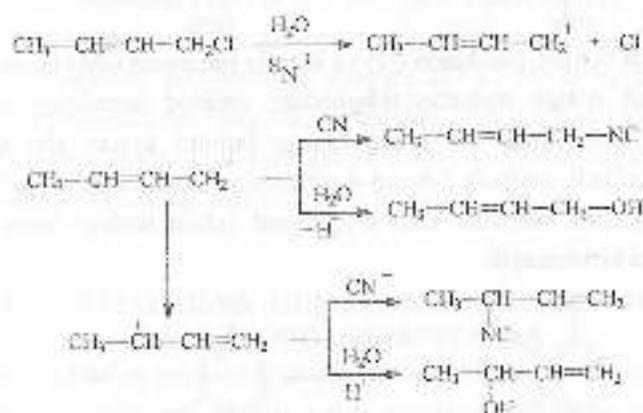


Undan spirt olish uchun uni suvning o'zi bilan qaynatish kerak:



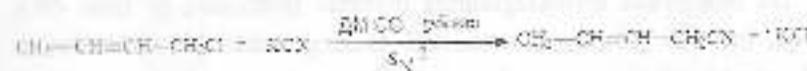
3. Krotilxlorid bilan kaliy sianid orasidagi reaksiyaning a) suvdagi, b) dimetilsulfoksiddagi, v) geksandagi asosiy yo'nalishi qanday?

**Yechish:** Krotilxlorid  $CH_2=CH-CH_2-CH_2-Cl$  qutbli va ionlantiruvchi erituvchi bo'lgan suvda  $S_N1$  mexanizmini bo'yicha gidrolizlanadi va izotsianid hosil qiladi:



Bu sharoitda to'rt xil mahsulot hosil bo'ladi, chunki oraliq mahsulot sifatida hosil bo'ladigan karbokation izomerlanib hoshqa karbokationga aylanadi. Har bir karbokation suv va sianid anion bilan reaksiyaga kirib ikkitadan 4ta mahsulot hosil qiladi. Kornbiyum qoidasiga binoan karbokationlar sianid ioni bilan nitillar emas, balki izonitillar hosil qiladi.

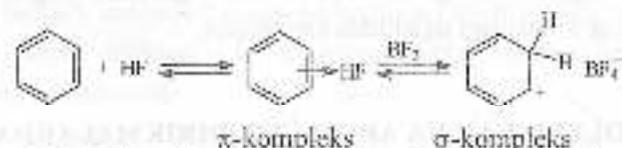
Krotilxloridning kaliy sianid bilan dimetilsulfoksid yoki geksan eritmasidagi reaksiyasi  $S_N2$  mexanizm bo'yicha ketadi va yagona mahsulot - krotilsianidni hosil qiladi:





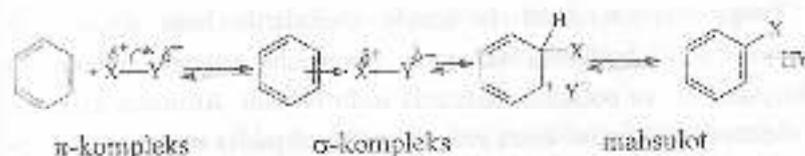
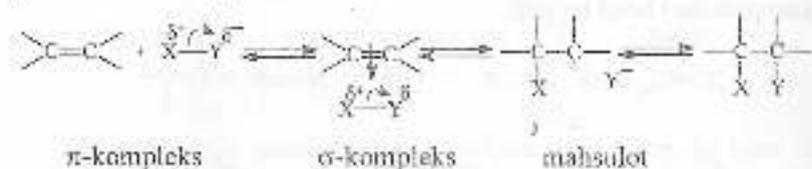
Bu komplekslar bir-biriga o'tib turishi mumkin.  $\pi$ -Komplekslarda qo'sh bog' yoki aromatik yadro elektronlarning donori, kislota esa - akseptor rolini bajaradi. Shuning uchun  $\pi$ -komplekslarni donor-akseptor komplekslari yoki zaryadning ko'chishi bilan hosil bo'lgan komplekslar deb ham ataladi.  $\pi$ -Kompleks hosil bo'lganda olefinning dipol momenti (qutbliligi) ortadi, ammo olefin bilan kislota  $X^+$  orasidagi masofa oddiy  $\sigma$ -bog'ning uzunligidan ancha kattadir.

$\pi$ -Komplekslar suv yoki boshqa erituvchi bilan suyultirilganda dustlabki moddalar osongina, o'zgarmagan holda ajralib chiqadi.  $\sigma$ -Komplekslar kislota anioni barqaror bo'lganda hosil bo'ladi. Masalan, benzol bilan HF o'rtasida  $\pi$ -kompleks hosil bo'ladi,  $BF_3$  ishtirokida esa u  $\sigma$ -kompleksga o'tadi, chunki  $BF_4^-$  anioni barqaror aniondir.



Etilendagi vodород atomlari metil yoki alkil guruhlariga qancha ko'p almashgan bo'lsa, uning asoslilik shunchalik yuqori va kislotalar bilan reaksiyasi shunchalik oson bo'ladi. Olefin bilan reaksiyaga kirishayotgan kislota qanchalik kuchli bo'lsa, u shuncha oson reaksiyaga kirishadi.

Olefinlarga elektrofil birikish va aromatik yadrodagi elektrofil almashinish reaksiyalari ham  $\pi$ -va  $\sigma$ -komplekslar hosil bo'lish bosqichlarini o'z ichiga oladi:

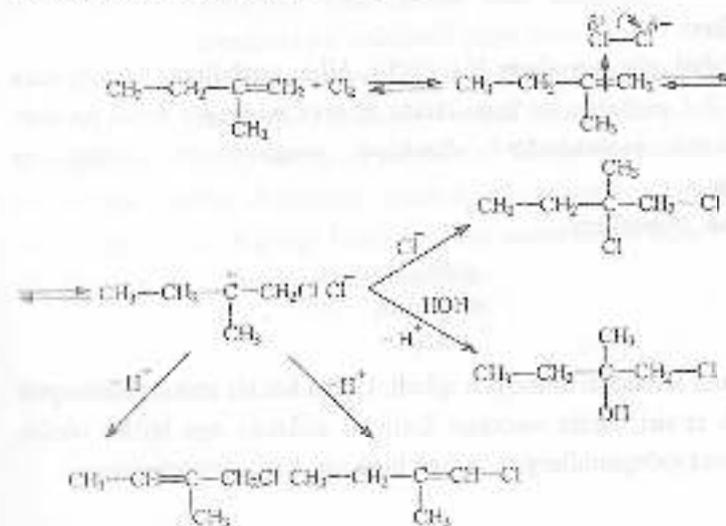


Bu reaksiyalarning farqi shundaki, pirovard natijada olefinlarda birikish, aromatik yadroda esa almashinish reaksiyalarning mahsulotlari hosil bo'ladi.

Elektrofil reagentlar sifatida quyidagilar ishlatilishi mumkin:

H-Hal, H-SO<sub>3</sub>H, H-ONO<sub>2</sub>, H-OCOR, HOH, HOR, Hal-Hal, Br-Cl, Cl-CN, I-SCN, NO-Cl, ArS-Cl va h.k.

Olefinlarga birikish reaksiyalarida Gammet tenglamasidagi reaksiya konstantasi  $p$  manfiy qiymatga ega bo'ladi va u oraliq mahsulot sifatida karbokation hosil bo'lishini ko'rsatadi. Elektrofil birikish reaksiyasining oraliq mahsuloti bo'lgan karbokation faol zarracha bo'lib, u reaksiya aralashmadagi nukleofil reagent, erituvchi bilan reaksiyaga kirishishi, izomerlanishi, olefinga aylanishi mumkin. Masalan:



Yangi olefinlar hosil bo'lganda olefinlarda ham almashinish reaksiyasi sodir bo'lishini ko'ramiz. Ko'pincha bunday almashinish reaksiyalari di- va polialkiltlenlarda sodir bo'ladi. Aromatik birikmalar elektrofil reagentlar bilan reaksiyaga kirishganda olingan  $\sigma$ -komplekslardan yana barqaror aromatik sistema hosil bo'lishi tufayli faqat almashinish reaksiyasining mahsuloti hosil bo'ladi.

Galogenlar qatorida eng kuchli elektrofillik floradur. Eng kuchsiz elektrofil bo'lib iod hisoblanadi. Uning elektrofilligi brom yoki xlor yordamida aralash galogenlar olish bilan oshiriladi. Masalan J<sub>2</sub> ga nisbatan Br-I 3000-marta, J-Cl esa 100000-marta faolroqdir. Olefinlar bilan hosil bo'ladigan  $\pi$ -va  $\sigma$ -komplekslar bu birikmalarda iodning ishtirokida hosil bo'ladi. Galogenvodorodlarning elektrofilligi kislota kuchining ortishi bilan ortadi:



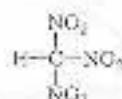
Ularning reaksiyaga kirishish qobiliyatini Lyuis katalizatorlari qo'shib ham oshirish mumkin:



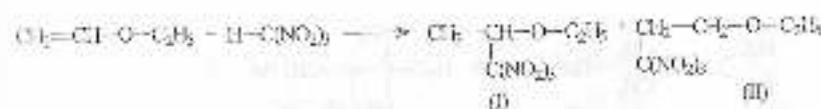
#### Misollar:

1. *Etilvinil efiri nitroform H-C(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> bilan reaksiyaga kirishganda bir-biriga 2:1 nisbatda bo'lgan ikkita izomer mahsulot hosil bo'ladi. Ular qanday mahsulotlar? Reaksiya tenglamasini yozing va tushantiring.*

**Yechish.** Nitroform

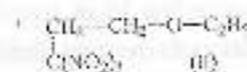
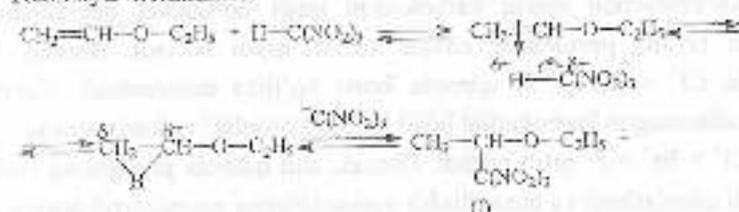


kuchli kislota xossasini namoyon qiladi. Uchta kuchli elektroneakseptor nitro-guruh ta'siri ostida vodorod kislotali xossaga ega bo'lib olefinlarga vodorod galogenidlarga o'xshab birikadi. Reaksiya tenglamasi:



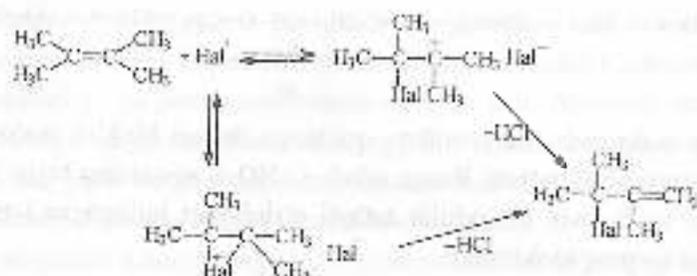
Bu reaksiyada Markovnikov qoidasiga teskari birikish mahsuloti (II) ko'proq hosil bo'ladi. Bunga sabab -C(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> anionining hajmi katta bo'lishi va fazoviy qiyinchilik tufayli o'rinbosari bo'lmagan uglerod atomiga ko'proq birikishidir.

Reaksiya mexanizmi:



2. *Olefinlarga galogenlar biriktanda birikish mahsuloti bilan birga vodorodning galogenaga almashinishi ham kuzatiladi. Tetrametiletlenning xlor, bromatorid va iodatorid bilan reaksiyalarida almashinish reaksiyasi mahsulotining arooni qayni tartibida oshib boradi?*

**Yechish:** Almashinish reaksiyasi mahsulotining ko'pchilikli oraliq karbokationdagi zaryadning delokalanish darajasiga hamda unga bog'liq bo'lgan kation tarkibidagi metil guruhlar vodorodlarining protonlanish darajasiga bog'liq. Hosil bo'lishi mumkin bo'lgan  $\sigma$ -kompleks quyidagi ko'rinishlarda bo'lishi mumkin:



Ko'priksimon oraliq karbokation hosil bo'lganda delokallashtirish yuqori bo'lib, protonning chiqib ketishi qiyin bo'ladi. Bunday ion odatda  $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$  qatorida hosil bo'lishi osonlashadi. Zaryudi delokallashtirilmagan karbokation hosil bo'lishi osonligi teskari qatorida

$\text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^-$  o'rtib boradi. Demak, shu qatorida protonning chiqib ketishi osonlashadi va almashinish mahsulotining unumi o'rtib boradi.

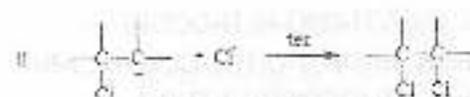
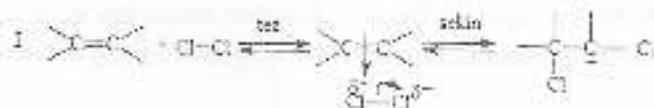
Xlor, bromxlorid va iodxloridlar tetrametilolfin bilan reaksiyaga kirishganda mos ravishda  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  lar elektrofilyar vazifasini bajaradi. Protonning chiqib ketishida bu galojenlarning elektromanfiyligi ham katta rol o'ynaydi.

Demak, almashinish reaksiyasining mahsulot unumi reagentlarning quyidagi qatorida o'rtib boradi:

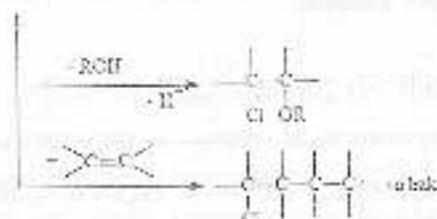
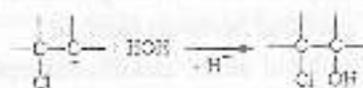


## 29. OLEFINLARGA ELEKTROFIL BIRIKISH REAKSIYASINING MEKANIZMI

Olefinlarga elektrofil birikish ikki bosqichli reaksiyadir. Tezlikni belgilovchi sekin amalga oshadigan bosqich bu karbokation hosil bo'lish bosqichidir:



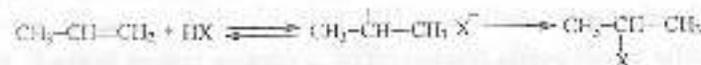
Karbokation reaksiyon aralashmadagi suv yoki spirt kahi erituvchilar banda yangi molekula olefin bilan ham reaksiyaga kirishishi va izomerlanishi mumkin:



Olefinlarga suvning kislotalar katalizatorligida birikishi ham karbokation hosil bo'lishi bilan boradi va uning tezligi reaksiyaning umumiy tezligini belgilaydi.

## 30. MARKOVNIKOV QOIDASI TO'G'RI SIDA

Nosimmetrik tuzilishga ega bo'lgan olefinlarga proton kislotalar birikanda oraliq mahsulot sifatida hosil bo'lishi mumkin bo'lgan ikkita karbokationdan energetik nuqtai nazardan qulay bo'lgan karbokation hosil bo'ladi:



Reaksiyaning bu yo'nalishi Markovnikov qoidasi nomi bilan ma'lum. Bu qoidaga ko'ra kislotaning vodorod atomi eng ko'p vodorod saqlangan uglerod atomiga birikadi. Bu qoidani quyidagi elektrofilyar reagentlarning birikishiga ham qo'llash mumkin:

H-X (H-Ial, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>, H-OSO<sub>3</sub>H, H-OCOR)  
 Hal-OH (Cl-OH, Br-OH, I-OH), J-Cl, Br-Cl, I-Br,  
 X-Hg-X [HgCl<sub>2</sub>, Hg(OCOCl)<sub>2</sub>], H-BH<sub>3</sub>

Markovnikov qoidasi bo'yicha boradigan reaksiyaning faollanish energiyasi unga teskari reaksiya faollanish energiyasidan kichik bo'ladi.

Markovnikov qoidasi quyidagi hollarda buziladi.

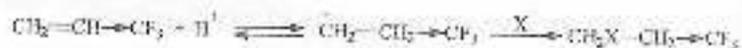
1. Qo'sh bog' turgan uglerod atomi elektroneakseptor guruh bilan bog'langan bo'lsa, masalan:

2.



R=alkil, OH, O-alkil

Bu reaksiyalarda hosil bo'ladigan oraliq karbokation Markovnikov qoidasiga teskari birikish natijasida energetik jihatdan qulay va barqaror bo'ladi:



Markovnikov qoidasi bo'yicha hosil bo'lgan karbokation barqaror bo'ladi:



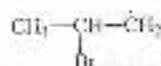
Shu sababdan reaksiya Markovnikov qoidasiga teskari ketadi.

2. Nosimmetrik olefinlarga HBr havo kislorodi, yorug'lik, peroksid birikmalar ta'siri ostida Markovnikov qoidasiga teskari birikadi. Reaksiyani bu sharoitda o'rgangan amerikalik olimning sharafiga bu hodisa "Xarashning peroksidli effekti" deb ataladi. Reaksiyaning Markovnikov qoidasiga teskari ketishi uning radikal mexanizmda borishi bilan tushuntiriladi:



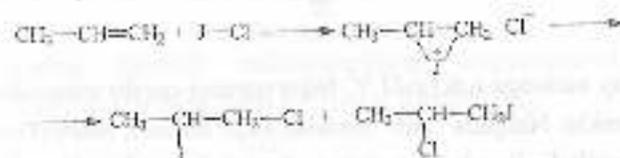
Kislorodning bunday ta'sirining oldini olish uchun aralashmaga AlBr<sub>3</sub> katalizatori qo'shilsa, u ion reaksiyani tezlatadi.

Xarash reaksiyasi bo'yicha oraliq ikkilamchi barqaror radikal hosil bo'ladi. Hosil bo'lishi mumkin bo'lgan biriamchi radikal



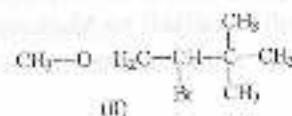
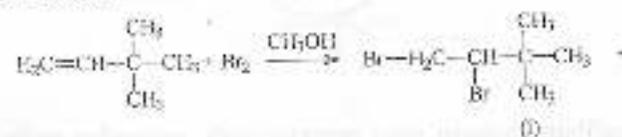
beqaror va energetik jihatdan noqulay. Shuning uchun reaksiya Markovnikov qoidasiga teskari ketadi. Vodород galogenidlardan faqat HBr birikkandagina peroksidli effekt yuz beradi.

3. Nosimmetrik olefinlarga intergalogenlar birikkanda simmetrik, ko'priksimon galogeneniyl tuzilishli karbokation hosil bo'lishi hisobiga Markovnikov qoidasi buziladi. Masalan:

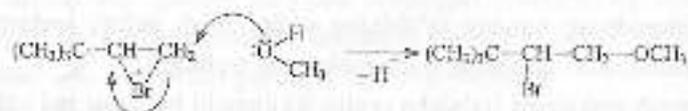


Natijada aralash mahsulot hosil bo'ladi.

4. Olefinlarga elektrofil reagentning birikishida Markovnikov qoidasi bo'yicha boradigan reaksiyaga fazoviy qiyinchilik tug'lsa ham u buziladi. Masalan:



(II)-mahsulotning hosil bo'lishi oraliq holatda simmetrik, ko'priksimon, bromoniy ko'rinishidagi karbokatyon vujudga kelishi va fazoviy qiyinchilik tufayli unga metanolning hajumi Markovnikov qoidasiga teskari amalga oshishi bilan tushuntiriladi.



Olefinlarga elektrofil birikish fazoviy jihatdan bir tomondan (sin) va turli tomondan (anti) sodir bo'lishi mumkin.

Bu reaksiya to'rt xil oraliq mahsulotga olib kelishi va shunga binoan u fazoviy jihatdan o'ziga xos ketishi mumkin.

1. Simmetrik, ko'priksimon karbokatyonning hosil bo'lishi:



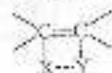
Bunday kationga nukleofil  $Y^-$  faqat qarama-qarshi tomondan hujum qilishi mumkin. Natijada "anti" birikish sodir bo'ladi, Markovnikov qoidasi esa buziladi. Bunday ion galogenlar va intergalogenlarning birikishida hosil bo'ladi.

2. Nosimmetrik, ko'priksimon karbokatyonning hosil bo'lishi:



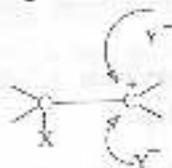
Nukleofilning hujumi yana qarama-qarshi tomondan sodir bo'ladi. Natijada "anti" birikish kuzatiladi va Markovnikov qoidasi buzilmaydi. Galogenlarning qutbsiz erituvchilarda olefinlarga birikishi ko'pincha shunday kechadi.

3. To'rt zvenoli oraliq holatning hosil bo'lishi:



Natijada reagent sin holatda birikadi, Markovnikov qoidasi esa buzilmaydi. Vodород galogenidlarning qutbsiz erituvchilardagi birikishi shu mexanizmda ketadi.  $BH_3$  ham shunday birikadi.

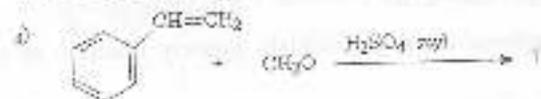
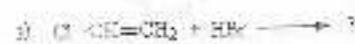
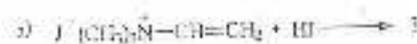
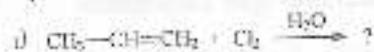
4. Klassik karbokatyonning hosil bo'lishi:



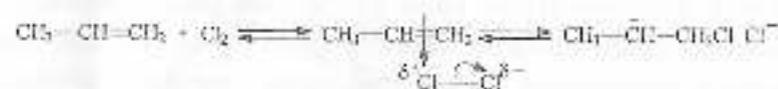
Natijada ham sin-, ham anti- birikish sodir bo'lib, Markovnikov qoidasi buzilmaydi. Olefinlarga suv, spirtlar va karbon kislotalarning birikishi shunday kechadi.

#### Misolalar va masalalar

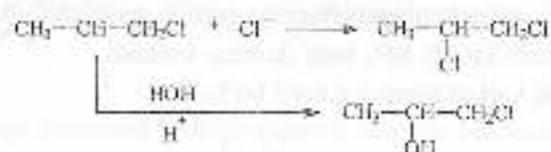
1. Quyidagi birikish reaksiyalarining tenglamalarini yozing. Reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lishini tushuntiring.



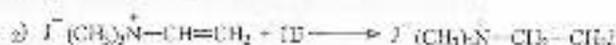
**Yechish:** 1) Propilenga suvli eritmada xlorning birikishi xlorning elektrofil birikishi bilan boshlanadi:



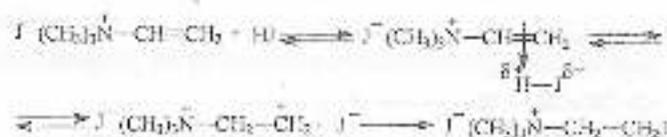
Hosil bo'lgan oraliq karbokation eritmada mavjud bo'lgan barcha nukleofil reagentlar bilan reaksiyaga kirishadi:



Shuning uchun bu reaksiyada 1,2-dixlorpropandan tashqari 1-xlorpropanol-2 ham hosil bo'ladi:

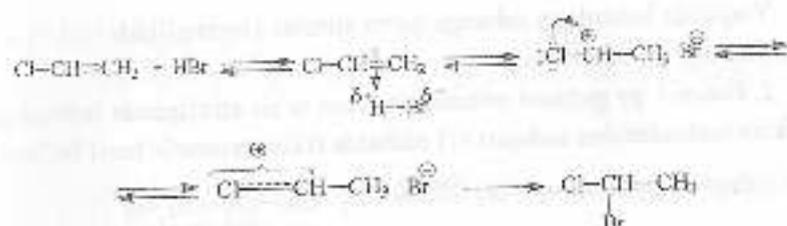


Bu reaksiya Markovnikov qoidasiga teskari boradi. Buning sababi qo'sh bog' tutgan uglerod atomiga elektronoakseptor o'rinbosar trimetilammoniy guruhi  $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+$  birikkan. Bu guruh reaksiyaning Markovnikov qoidasiga teskari birikish natijasida hosil bo'ladigan oraliq karbokation orqali ketishiga sabab bo'ladi, chunki Markovnikov qoidasi bo'yicha hosil bo'lishi mumkin bo'lgan karbokation nihoysida beqaror bo'ladi:

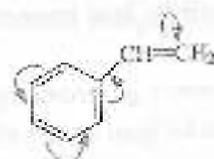


I ning boshqa uglerod atomiga birikishi fazoviy jihatdan to'siqqa ham uchraydi.

3)  $\text{Cl}-\text{CH}=\text{CH}_2$  Vinilxloridga  $\text{HBr}$  ning birikishi Markovnikov qoidaga muvofiq kechadi, chunki xlor o'zining musbat mezomer ta'siri bilan oraliq karbokationning stabiligini oshiradi.



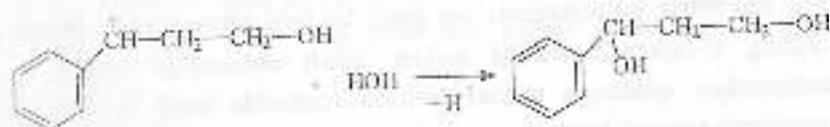
4) Sirolning sayultirilgan sulfat kislotasi eritmasida formaldegid bilan (oksimetillash) reaksiyasi benzol yadrosiga bo'lmaydi, chunki benzol halqasidagi elektron zichlik vinil guruhining manfiy induksion (-I) va manfiy mezomer (-M) ta'siri tufayli qo'sh bog'dagi metilen guruhiga yig'iladi:



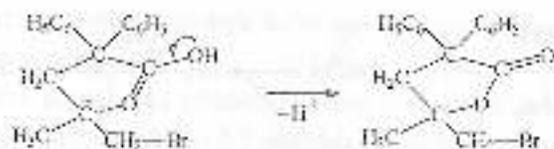
Formaldegidga proton birikishidan hosil bo'lgan elektrofil zarracha oksimetil  $^+\text{CH}_2-\text{OH}$  kationi zynan shu uglerod atomiga birikadi.



Hosil bo'lgan oraliq karbokation suvni (nukleofilni) birlitirishi natijasida diol hosil qiladi:



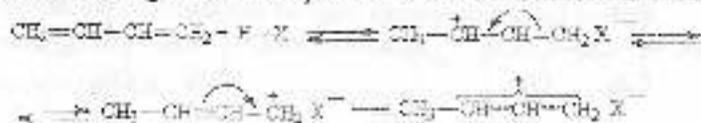




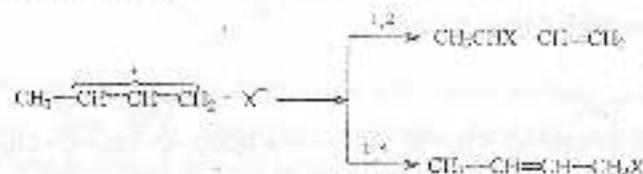
Natijada siklik bromofenil-lakton hosil bo'ladi.

### 31. KONYUGIRLANGAN QO'SH BOG'LI DIENLARGA BIRIKISH REAKSIYALARI

Konyugirlangan qo'sh bog'li dienlarga, ya'ni 1,3- dienlarga elektrofil birikishi ham ikki bosqichda borib, reaksiyalarning birinchi bosqichida karbokation hosil bo'ladi va bu bosqich reaksiyaning tezligini belgilaydi. Hosil bo'ladigan karbokation ikkinchi qo'sh bog' elektronlari hisobiga kuchli barqarorlashadi. Bu ion mezomer iondir.

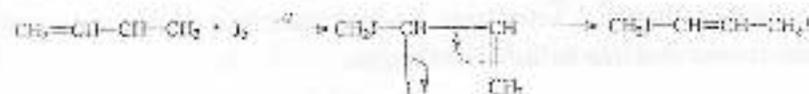


Shuning uchun nukleofil reagent 2-uglerodga ham, 4-uglerodga ham birikishi mumkin:



Shu sababli 1,3-dienlar 1,2- va 1,4-birikish reaksiyalariga kirishadi. 1,2-birikish reaksiyasi 1,4-birikish reaksiyasiga nisbatan tez ketadi. Shuning uchun nisbatan past temperaturada, qulbsiz erituvchilarda 1,2-birikish reaksiyasi mahsulotini ajratib olish mumkin, chunki bunday sharoitda 1,4-birikish mahsuloti kam hosil bo'ladi. Agar 1,2-birikish reaksiyasining mahsuloti qo'shni guruh (vinil guruh) ta'siri ostida qayta

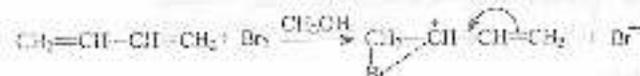
guruhlanish xossasiga ega bo'lsagina 1,4-birikish mahsuloti hosil bo'ladi. Masalan, butadien-1,3 ga iodning 1,2-birikish mahsuloti shunday izomerlanishga uchraydi:



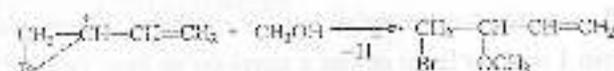
1,3-Dienlarga HBr va H<sub>2</sub>S (H<sup>+</sup>) tarning birilishida ham shunday holatlarni kuzatish mumkin. 1,2-Birikish mahsulotining hosil bo'lish sharoiti kinetik nazorat sharoiti deb ataladi.

Yuqori temperaturada, qutbli erituvchilarda va reaksiya uzoq muddat olib borilganda, asosan, termodinamik barqaror 1,4-birikish reaksiyasining mahsuloti hosil bo'ladi. Reaksiyaning bunday sharoiti termodinamik nazorat sharoiti deb ataladi.

Reaksiyaning kinetik sharoitida hosil bo'ladigan oraliq karbokation vinil guruhining elektronlari ta'sirida barqarorligi yuqori bo'ladi. Shuning uchun "qo'shni guruh ta'siri"ga ega bo'lgan reagentlar bilan oraliq karbokation nosimmetrik ko'priksimon ion tarzida bo'ladi:



Bunday ion kinetik nazorat sharoitida nukleofilni faqat 2-uglerodga biriktiradi:



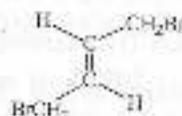
1,4-Birikish, odatda, trans-izomer hosil bo'lishi bilan boradi.

#### Misolilar

1. Qanday tajriba ma'lumotlari bromning konyugirlangan sistema-shning ikki chekkasiga, bir vaqtda, quyidagi mexanizm bo'yicha birikishini tasdiqlamaydi:

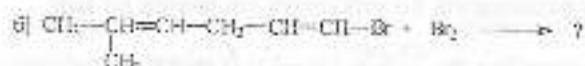


**Yechish:** Sxemada berilgan reaksiya mexanizmi 1,4-birikish mexanizmidir. Ma'lumki, 1,3-dienlarga 1,4-birikish reaksiyasining mahsuloti *trans*-izomer shaklida bo'lishi isbotlangan:



Sxemada esa *cis*-izomer hosil bo'lmoqda. Shuning uchun yuqoridagi sxema bo'yicha reaksiya ketmaydi. Bundan tashqari, reaksiya mahsuloti tarkibida, albatta, ma'lum miqdorda 1,2-birikish reaksiyasining mahsuloti bo'ladi. Berilgan sxema esa 1,2-birikishni inkor qiladi.

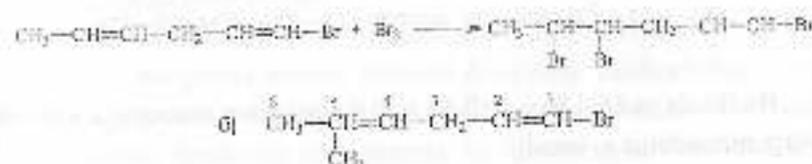
2. Quyidagi dienlarga 1 mol bromning selektiv birikish reaksiya tenglamalarini yozing:



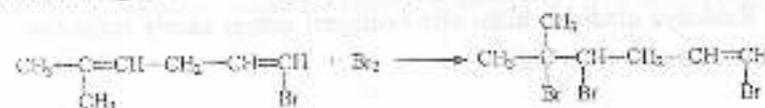
**Yechish:**

a)  $\overset{4}{\text{CH}_3}-\overset{3}{\text{CH}}=\overset{2}{\text{CH}}-\overset{1}{\text{CH}_2}-\overset{4}{\text{CH}}=\overset{3}{\text{CH}}-\text{Br}$  tarkibli birikma qo'sh bog'lari ajratilgan dien bo'lib, har bir qo'sh bog' o'z holicha bromni biriktiradi. Reagent brom 1 mol bo'lgani uchun u qaysi qo'sh bog' faol bo'lsa yoki asosligi katta bo'lsa, birinchi navbatda, shu qo'sh bog'ga birikadi. Yuqorida formulasi keltirilgan 1-brom-geksadien-1,4 da reaksiyaga kirishish qobiliyati katta bo'lgan qo'sh bog' 4-uglerod atomidagi qo'sh bog'dir. Bu qo'sh bog'ning elektron zichligi metil guruhning musbat induksion ta'siri ostida yanada ortadi. Birinchi uglerod atomidagi qo'sh bog' elektroni brom atomiga tortilgani uchun uning reaksiyaga kiri-

shish qobiliyati past. Shu sababga ko'ra bromning selektiv birikishi 4-uglerod atomidagi qo'sh bog' hisobiga boradi:



Bu birikma ham qo'sh bog'lari ajratilgan diendir. Bundan oldingi misoldagi mulohazalarga asosan 4-uglerod atomidagi qo'sh bog' 1-uglerod atomidagi qo'sh bog'ga nisbatan asosliroq va shuning uchun reaksiyaga kirishish qobiliyati yuqoriroqdir. Demak, bromning selektiv birikishi 4-uglerod atomidagi qo'sh bog' hisobiga sodir bo'ladi:

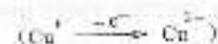


3. Butadien-1,3 ga mis(I)bromid ishtirokida  $\text{CCl}_3\text{Br}$  ning birikish reaksiyasi tenglamasi va mexanizmini yozing.

**Yechish:** Bromtrixlormetan ( $\text{CCl}_3\text{Br}$ ) mis(I)-bromid ( $\text{Cu}_2\text{Br}_2$ ) ishtirokida gomolitik parchalanishga uchraydi:



Radikalning bunday hosil bo'lishi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi natijasidir. Bunda mis oksidlanadi:



brom esa qaytariladi.



Hosil bo'lgan  $\dot{\text{C}}\text{Cl}_2$  radikali butadien-1,3 ga birikadi:



Bu yangi radikal qo'sh bog'dagi elektronlar hisobiga barqarorlashadi va yangi mezonmer radikalga izomerlanadi:



Bu ikkala radikal ham  $\text{CCl}_3\text{Br}$  molekulasini bilan reaksiyaga kirishib oxirgi mahsulotga aylanadi:



Reaksiya qizdirish bilan olib borilgani uchun asosiy mahsulot 1,4-birikish mahsuloti bo'ladi.

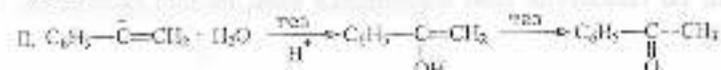
### 32. ALKINLARGA BIRIKISH REAKSIYALARI

Atsetilen uglevodorodlari yoki birikmalarining uch bog'iga elektrofil birikish olefinlarning qo'sh bog'iga birikishga nisbatan kiyinroq va sekinroq boradi. Boshqacha qilib aytganda, uch bog'ning qo'sh bog'ga nisbatan elektrofil birikish reaksiyalarida reaksiya qobiliyati past. Bunga sabab  $sp$ -gibridlangan uglerod atomi elektromanfiyligining kattaligidir. Uch bog'dagi  $\pi$ -elektronlar uglerod yadrosiga mustahkam bog'langani va elektron zichlikning yadroga yaqin joyda katta bo'lishi elektrofil reagent hujumini qiyinlashtiradi. Quyidagi ma'lumotlar fikrimizni tasdiqlaydi:

Tarkibida 11 ta uglerod atomi bo'lgan etilen qatori kislotasi  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_2)_9-\text{COOH}$  atsetilen qatori kislotasi  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_2)_9-\text{COOH}$  ga nisbatan bromni 9000-marta tez biriktiradi. Xuddi shu reaksiyada stirof fenilatsetilenga nisbatan 3000-marta, simmetrik difeniletilen difenilatsetilenga nisbatan 250-marta tez reaksiyaga kirishadi.

Shuning uchun, agar molekula tarkibida bir-biridan ajratilgan ham qo'sh bog', ham uch bog' mavjud bo'lsa, bromning birikishi faqat qo'sh bog' hisobiga sodir bo'ladi.

Atsetilenlarga elektrofil reagentlarning ionli birikishi etilenlardagi kabi ikki bosqichda boradi. Birinchi bosqichda vinilkarbokatyon hosil bo'ladi, ikkinchi bosqichda esa karbokatyon reagentning yoki boshqa birikmaning (reaksiya aralashmada bo'lgan) nukleofilini biriktiradi, masalan:

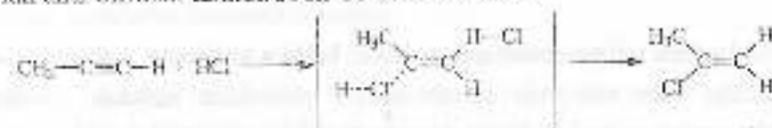


Bu mexanizm birlamchi kinetik izotop effektning mavjudligi bilan isbotlanadi.

$$\frac{k_{\text{H}_2\text{O}}}{k_{\text{D}_2\text{O}}} = 2-4$$

Bunday birikish Markovnikov qoidasiga binoan sodir bo'ladi.

Atsetilen uch bog'ining reaksiyaga kirishish qobiliyati past bo'lganligi sababli H-X ko'rinishidagi reagentlar nukleofilning yordami bilan anti-birikish tarzida sodir bo'ladi. Masalan:

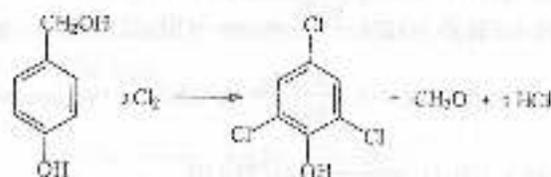


Bunday mexanizm reaksiyaning tajribada aniqlangan tezlik ifodasi bilan isbotlanadi:

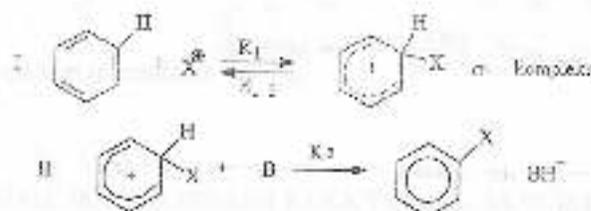
$$v = k [\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}] [\text{HCl}]^2$$

Reagent nukleofilning yoki qo'shilgan boshqa nukleofilning kuchi qancha kuchsiz bo'lsa birikishning stereoselektivligi shunchalik kam bo'ladi. Tajribaning bunday natijasini tushuntirish uchun H-X ko'rinishidagi moddalarning birikishini nukleofil birikish deb ham atash taklif qilingan. Ammo bu masala uzil-kesil isbot qilingan emas.

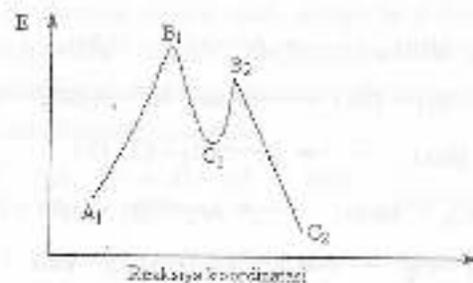




Aromatik yadroda sodir bo'ladigan elektrofil almashinish uchun ikki bosqichli mexanizm va  $S_E2$  belgi qabul qilingan:



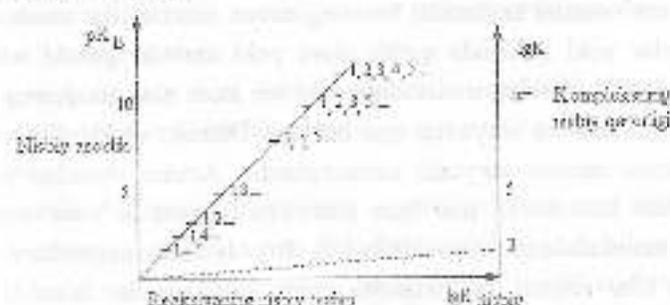
$\pi$ -Kompleks tez hosil bo'lgani uchun u umumiy reaksiya tezligiga ta'sir qilmaydi. Reaksiyaning energelik diagrammasi quyidagi ko'rinishga ega:



Reaksiya birinchi bosqichining mahsuloti  $C_1$  reaksiya o'tish holatining modeli sifatida qo'llaniladi. U karbokation yoki  $\sigma$ -kompleksdir.

Aromatik birikmalar asosligi bilan elektrofil almashinish reaksiyasi tezligi o'rtasidagi proporsionallikning boriqi bu xulosaga asos bo'ladi.

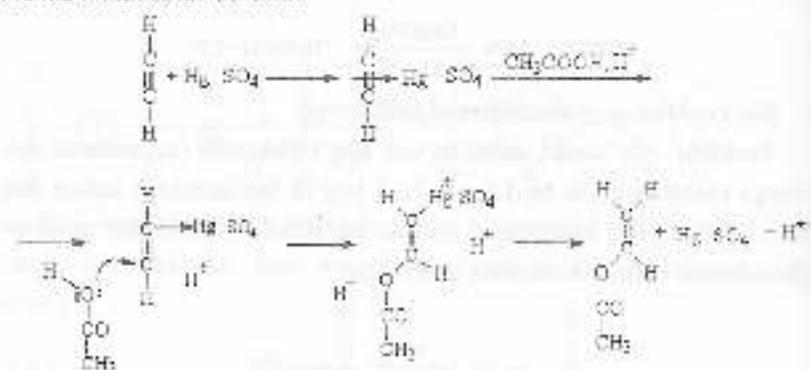
Benzol va metilbenzollarni  $0^\circ\text{C}$  da sirka kislotasi eritmasidagi xlorlash reaksiyasi tezligi bilan asoslik o'rtasidagi (qalin chiziq) va HCl bilan tegishli  $\pi$ -komplekslar (shtrix chiziq) o'rtasidagi bog'liqlik grafigi buni yaqqol ifodalaydi:



Shunday qilib,  $\pi$ -kompleks reaksiyaning tez o'tuvchi bosqichi bo'lib, eralish holatining  $\sigma$ -kompleks singari yaxshi modeli bo'la olmaydi.

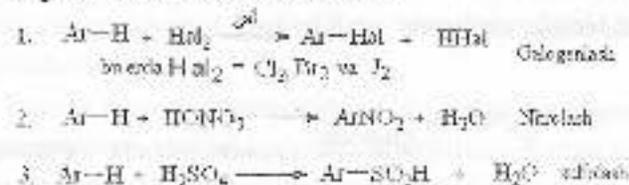
Elektrofil almashinish reaksiyasining turiga qarab umumiy tezlikni I bosqich tezligi ham, II bosqich tezligi ham belgilashi mumkin. Ko'pchilik hollarda  $\sigma$ -kompleksning hosil bo'lish tezligi umumiy reaksiya tezligini belgilaydi. Benzol halqasidagi o'rinbosarlar reaksiya tezligiga va yo'nalishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Tezlik aromatik birikma yadrosidagi elektron zichlik ortishi bilan ortadi. O'rinbosar esa bu zichlikni o'z ta'siri bilan orttirishi yoki kamaytirishi mumkin. Benzol halqasidagi barcha uglerodlar atrofidagi elektron zichlik o'zaro barobar, uning natijasi holatlari bir xil. Shuning uchun benzol reaksiyaga kirishganda faqat bitta almashinish mahsuloti hosil bo'ladi. Agar benzol halqasida bitta o'rinbosar bo'lsa, u reaksiyaga kirishganda uchta mahsulot - o-, m- va p-holatdagi almashinish mahsulotlari hosil bo'ladi. Statistik jihatdan ularning foiz miqdorlari mos ravishda 40%, 40% va 20% bo'lishi kerak. Ammo amalda ular bunday miqdorlarda hosil bo'lmaydi. Yadrodagi elektron zichlikka ko'rsatadigan ta'siri bo'yicha o'rinbosarlar 5 guruhga bo'linadi.

**Yechish:** Atsetilenga sirka kislotasining simob(II)sulfat katalizatori va sulfat kislotasi ishtirokidagi elektrofil birikishi Kucherov reaksiyasi sxemasi kabi sodir bo'ladi:

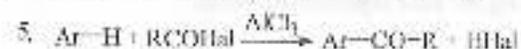


### 33. BENZOL HALQASIDAGI ELEKTROFIL ALMASHINISH REAKSIYALARI

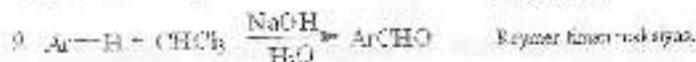
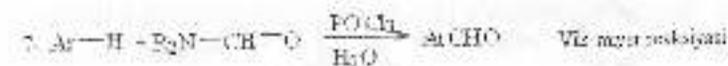
Yuqorida aytib o'tilganidek, aromatik uglevodorodlarning elektrofil reagentlar bilan reaksiyasining natijasi - almashinishdir. Elektrofil reagent odatda protonning o'zini oladi, ammo ba'zi hollarda Br-, ClI<sub>2</sub>-, -SO<sub>3</sub>H kabi guruhlar ham elektrofil reagent tomonidan siqib chiqariladi. Aromatik yadrodagi vodorodning elektrofil almashinish reaksiyalariga quyidagi misollarni keltirish mumkin:



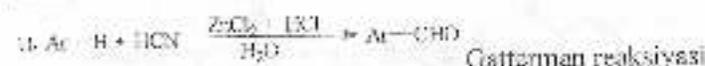
Fridel-Krafts reaksiyasi bo'yicha alkilash



Fridel-Krafts reaksiyasi bo'yicha atsillash

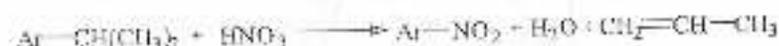
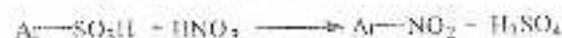


Mercuriash



Azoqo'shinish

Vodoroddan farq qiluvchi o'riabosarlarning elektrofil almashinishiga quyidagi misollarni keltirish mumkin:



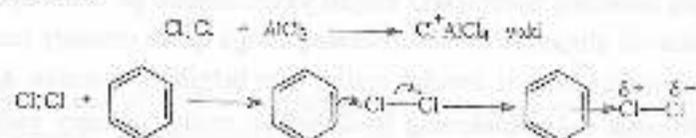
Bu reaksiyalar, ko'pincha, aromatik yadroda almashinayotgan guruhdan tashqari yana bir yoki bir nechta elektronodonor guruhlar mavjud bo'lganda sodir bo'ladi. Misol tariqasida quyidagi reaksiyani keltirish mumkin:

### Misolalar

1. Qanday reagentlar benzol halqasidagi elektrofil almushinsh reaksiyalarida elektrofil bo'lishi mumkin?

**Yechish.** "Elektrofil" so'zi "elektroni sevuvchi", "elektronga taqchil" ma'nolarini anglatadi. Shuning uchun elektrofillar musbat zaryadli ionlar yoki tarkibida qubli atom yoki atomlar guruhi tutuvchi molekulalardir. Bunday molekulalardagi bir atom shu guruhning ta'sirida qisman musbat zaryadga ega bo'ladi. Demak, elektrofillar to'liq yoki qisman musbat zaryadli zarrachalardir. Ammo shunday neytral molekulalar ham borki, ular ham elektrofil reagent bo'lishi mumkin. Bunday molekulalarga misol qilib  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  kabi reagentlarni olish mumkin. Ular neytral moddalardir, ammo katalizatorlar ta'sirida yoki aromatik hirikma yadrosidagi  $\pi$ -elektronlar ta'sirida qutblanadi.

Masalan:



Ayrim elektrofil reagentlarga quyidagi zarrachalar yoki molekulalarni misol qilib keltirish mumkin:

H<sup>+</sup> - Proton

D<sup>+</sup> - Deyteriy kation

$\delta^-$   
 $CH_3 \rightarrow Cl$  - Metil klorid

$\delta^+$   
 $CH_3 - O - Cl$  - Asetil klorid

$NO_2^+$  - Nitrony kation

$SO_3^+H$  - Sulfat kation

$C_6H_5^+ - K^+$  - Fenilkarboniy kationi

$(C_6H_5)_2C^+$  - Ushbu kation kationi

$Hg^{2+} (COOCH_3)_2$  - Sereb kationi

2. Laboratoriyada ikkita idishda tarkibi bir xil  $C_{11}H_{16}$  bo'lgan 2 ta suyuqlik bor.

I idishdagi modda bromli suv va kaliy permanganat eritmalarini rangsizlantiradi.

II idishdagi suyuqlik bromli suv va kaliy permanganat eritmalarini rangini o'zgartirmaydi.

Ularining ikkalasi ham kumush nitratning ammiakli eritmasi bilan ta'sirlashmaydi. I va II idishdagi moddalar uchun tuzilish formulalarini taklif eting.

**Yechish:** I idishdagi bromli suv va kaliy permanganat eritmalarini rangsizlantiruvchi modda uchun juda ko'p qo'sh yoki uch bog' tutgan ochiq uglerod zanjirli hamda siklik strukturalarni taklif etish mumkin. Shulardan biri geksadien-1,5-in-3 uglevodorodi bo'lib, uning formulasi quyidagicha:



Ikkinchisi esa [2,0,0]-bisiklogeksadien-2,5 dir:



Bu uglevodorodlarning ikkalasi ham qo'sh yoki uch bog' tutgan to'yinmagan uglevodorod bo'lgani uchun bromli suv va kaliy permanganat eritmalarining rangini o'chiradi.

II idishdagi modda bunday reaksiyaga kirishmagani uchun uni benzol deyishga haqlimiz:

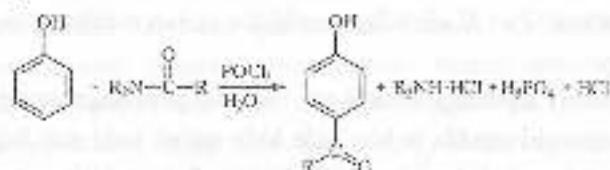


Benzol juda harqaror uglevodorod bo'lib, bromli suv kaliy permanganat bilan reaksiyaga kirishmaydi.

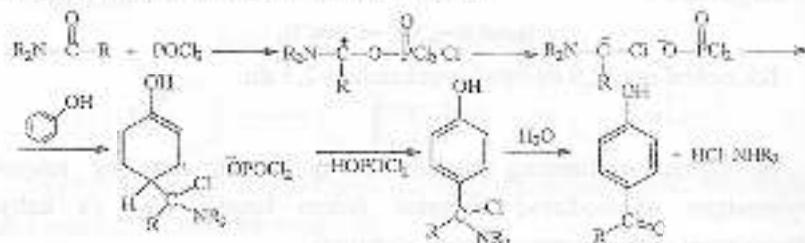
Ikkala uglevodorodning kumush nitratning ammiakli eritmasi bilan reaksiyaga kirishmasligi ularning tarkibida uch bog' tutuvchi uglerod bilan bog'langan vodorod atomi yo'q ekanini bildiradi.

3. Fenollardan Vilsmeyer, Rejmer-Timan va Gatterman reaksiyolari bo'yicha aldegid yoki ketonlar olishda elektrofil zarrachaning hosil bo'lishi ta'siri ta'kidlanib o'tiriladi.

**Yechish.** 1) Vilsmeyer reaksiyasi fenollarga fosfor xloroksidi  $\text{POCl}_3$  ishtirokida chumoli kislotasining yoki boshqa karbon kislotalarning N,N-dialkildamidlarini ta'sir ettirib aldegid yoki ketonlar olish reaksiyasidir:



Reaksiyada elektrofil zarrachaning hosil bo'lishi va reaksiyaning sxemasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



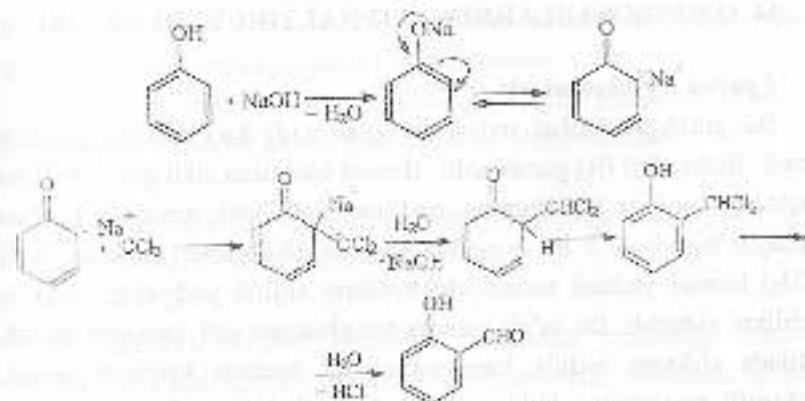
Demak, Vilsmeyer reaksiyasida elektrofil zarracha fosfor xloroksidi ta'siri ostida hosil bo'ladi, uning tuzilishi quyidagichadir:



2) Fenolni Rejmer-Timan reaksiyasi bo'yicha formillashda xloroform bilan ishqor eritmasi ishlatiladi. Bunda elektrofil zarracha sifatida dioxlorkarben hosil bo'ladi:

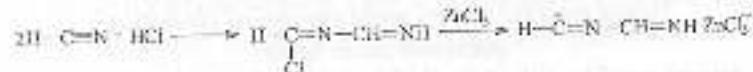


Ishqor fenolni ham fenolyatga aylantiradi va hosil bo'lgan mezomer fenolyat anioni dioxlorkarben bilan reaksiyaga kirishadi:

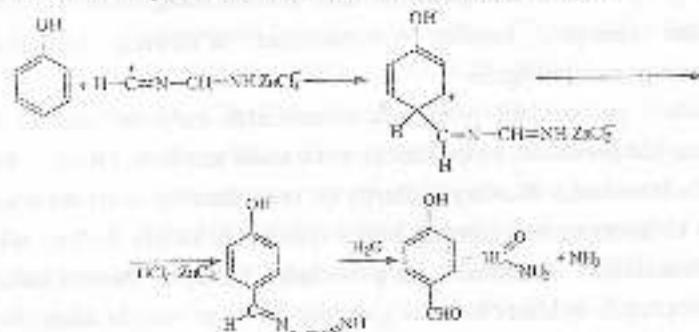


Fenollar kabi pirrol ham Rejmer-Timan reaksiyasiga oson kirishadi.

3) Fenollarni Gatterman bo'yicha formillashda vodored siyanid ( $\text{HCN}$ ) ishlatiladi. Bunda katalizator sifatida  $\text{ZnCl}_2$  va  $\text{HCl}$  qo'llaniladi. Elektrofil zarrachaning hosil bo'lishini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



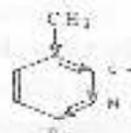
Elektrofil zarracha aromatik yadro bilan reaksiyaga kirishadi. Hosil bo'lgan mahsulot gidrolizi natijasida aldegid hosil bo'ladi:



### 34. O'RINBOSARLARNING YO'NALTIRUVCHI TA'SIRI

#### I guruh o'rinbosarlari:

Bu guruhga musbat induksion ta'sir (+) ko'rsatuvchi guruhlilar kiradi. Bular alkil (R) guruhlardir. Benzol halqasida alkil guruh bo'lgan vaqtda yadrodagi holatlarning reaksiya qobiliyati quyidagi tartibda kamayib boradi: o- > m- > p- Bunga sabab alkil guruh, masalan, metil (CH<sub>3</sub>) benzol yadrosi tomon elektronlarni siljitiб yadrodagi elektron zichlikni oshiradi. Bu ta'sir masofa uzoqlashgan sari kamayib boradi, natijada elektron zichlik ham yuqoridagi tartibda kamayib boradi. Elektrofил reagentning hujum qilish ehtimolligi ham shu qatorda kamayib boradi.



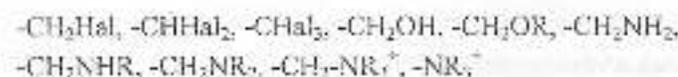
Toluol molekulasidagi metil guruhning (induksion) qutblantiruvchi ta'siri

Ammo amalda, toluol yadrosidagi almashinishda asosan o- va p- izomer mahsulotlar hosil bo'ladi. Bunda p-izomerining miqdori ko'pincha ko'proq bo'ladi. Bunga sabab alkil guruhlarning musbat induksion ta'siridan tashqari, musbat  $\sigma, \pi$ -mezomer ta'sirining (giperkonjugatsiyaning) mavjudligidir.

Toluol yadrosidagi o-holatda almashinish ko'p bo'ladigan hollar ham mavjud (masalan, sirtka kislota eritmasida xlorlash, HIOBr + HClO<sub>4</sub> ta'sirida bromlash). Bunday hollarda ko'proq fazoviy ta'sir rol o'ynaydi - kirib kelayotgan reagentning hajmi qanchalik kichik bo'lsa, o-holatdagi almashinish shunchalik ko'p bo'ladi. Tabiiyki, benzol halqasida etil-, izopropil, uchlamchi-butil guruhlilar bo'lgan vaqtda ham, fazoviy ta'sir tufayli toluoldan uchlamchi-butilbenzolga tomon o-holatda almashinish mahsulotining miqdori kamayib boradi. Bunga sabab alkil guruhning hajmi ortib borgan sari o-holat fazoviy jihatdan to'sitadi.

Reagentning hajmi ortib borgan sari ham toluol yadrosidagi almashinishda o-izomerining miqdori kamayib boradi.

**II guruh o'rinbosarlari:** Bu guruhga manfiy induksion ta'sir (-I) beruvchi o'rinbosarlar kiradi. Ular quyidagi o'rinbosarlardir:



Bu guruhlar benzol halqasida bo'lganda yadrodagi umumiy elektron zichlikni kamaytiradi. Bu ta'sir, ayniqsa, o-holatda sezilarli darajada bo'ladi.

Yadrodagi yodrodlarning elektrofил reagentlar ta'sirida almashinishidagi reaksiya qobiliyati quyidagi qatorda ortib boradi: o- < m- < p-. Ya'ni bunday guruhlilar ta'siri ostida bo'lgan yadrodagi almashinish ko'proq p-holatda sodir bo'ladi.

II guruh o'rinbosarlarining I guruh o'rinbosarlaridan farq qiluvchi xususiyatlaridan biri shuki, ular mavjud bo'lgan yadroda m-holatida ham ancha miqdorda almashinish sodir bo'ladi.

#### III guruh o'rinbosarlari:

Bu guruhga manfiy induksion (-J) va manfiy mezomer (-M) ta'sir ko'rsatuvchi o'rinbosarlar kiradi. Ular quyidagilardir:  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{COOR}$ ,  $-\text{CHO}$ ,  $-\text{CRO}$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{SO}_2\text{R}$ ,  $-\text{SO}_2\text{OR}$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{ClE}-\text{CH}_2$ ,  $-\text{C}=\text{CH}$ ,  $-\text{CR}=\text{NR}$

Bu guruh o'rinbosarlar yadrodagi elektron zichlikni keskin kamaytiradi, shuning uchun ularning reaksiya qobiliyati ham pasayadi. Yadroning o- va p- holatlarida o'rinbosarning manfiy mezomer ta'siri tufayli elektron zichlik m-holatga nisbatan ko'proq kamayadi. m-Holatda o'rinbosarning faqat manfiy induksion ta'siri kuzatiladi. Shuning uchun bu guruh o'rinbosarlari benzol halqasida bo'lganda elektrofил almashinish m-holatida sodir bo'ladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, benzol halqasida bitta, ayniqsa, ikkita bu guruhdagi o'rinbosar mavjud bo'lsa, yadrodagi elektronlar zichligi

shunday kamayib ketadiki, natijada unga nisbatan o- va p-holatlarda nukleofil almashinish reaksiyasiga imkoniyat tug'iladi.

Hqiqatan ham, m-dinitrobenzol, 2,4-dinitrokslorbenzol molekulalarining yadrosida vodorod yoki xlorning nukleofil almashinishi sodir bo'ladi.

#### IV guruh o'rinbosarlari:

Bu guruhga manfiy induksion (-J) va musbat mezomer ta'sir ko'rsatuvchi o'rinbosarlar kiradi, bunda guruhlarning manfiy induksion ta'siri (-J) uning musbat mezomer ta'siridan (+M) kuchliroq bo'ladi, ya'ni  $-J > +M$ . Ular ham benzol halqasidagi umumiy elektron zichlikni kamaytiradi. O'rinbosarning musbat mezomer ta'siri nafayli o- va p-holatlarga bo'lgan ta'sir kamayadi va shuning uchun elektrofil almashinish o- va p-holatlarda sodir bo'ladi. Bunday guruhlarga galogenlar kiradi: -F, -Cl, -Br, -I.

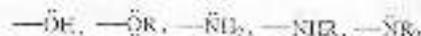
Shuni aytish kerakki, bu guruhlarning ta'siri ostida almashinish o- va p-holatlarda sodir bo'lsa ham, galogenbenzollar benzolning o'ziga nisbatan ham elektrofil almashinish reaksiyalariga qiyin kirishadi.

Demak, galogen atomlari elektrofil almashinishni qiyinlashtirsa ham, almashinish o- va p-holatlarda sodir bo'ladi.

#### V guruh o'rinbosarlari:

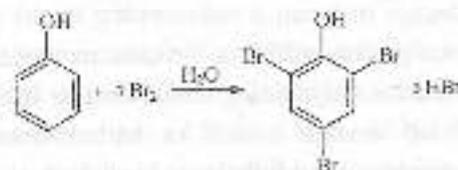
Bu guruhga ham IV guruh o'rinbosarlari xossasiga ega bo'lgan o'rinbosarlar kiradi, ya'ni ular ham manfiy induksion (-J) va musbat mezomer (+M) ta'sir ko'rsatuvchi o'rinbosarlardir. Bu ikki guruh o'rinbosarlari ta'sirlarining farqi shundaki, V guruh o'rinbosarlarida musbat mezomer ta'sir (+M) ularning manfiy induksion (-J) ta'siridan kuchli bo'ladi, ya'ni  $+M > -J$ .

Ularga quyidagi guruhlarning kiradi:



Ular o'zlarining musbat mezomer ta'sirlari bilan o- va p-holatlardagi elektrofil zichlikni keskin oshirib yuboradi va almashinish o- va p-holatlarda sodir bo'ladi.

O'rinbosarlarni 5 ta guruhga bo'lib o'rganish ularning yo'naltiruvchi ta'sirini mukammalroq tushunishga yordam beradi. Umumiy kurslarda beriladigan o'rinbosarlarni 2 ta guruhga bo'lishda ularning yo'naltiruvchi ta'sirini bunday batafsil tushuntirilmagan. Masalan, hozirgina bayon qilingan V guruh o'rinbosarlarining ta'siri galogenlar (IV guruh o'rinbosarlari) va alkil guruhlarning (I guruh o'rinbosarlari) ta'siri bilan birdek tushuntirilgan. Shu sababdan o'quvchi ularning yo'naltiruvchi ta'siridagi nozik tomonlarga etarli e'tibor bermaydi. Misol tariqasida toluol (metil guruhi), xlorbenzol (xlor guruhi) va fenollarning (gidroksil guruhi) bromli suv bilan o'zaro ta'sirida keskin farq seziladi. Toluol va xlorbenzol, ularda o- va p-holatga yo'naltiruvchi guruhlarning bo'lsa ham, bromli suv bilan reaksiyaga kirishmaydi. Fenol esa juda oson va juda tez reaksiyaga kiristib, bira to'la 3 ta vodorodini ham bromga almashtiradi va 2,4,6-tribromfenol hosil qiladi. Benzol yadrosi reaksiyon qobiliyatining -ON guruhi ta'sirida bunday keskin oshishi bu guruhning musbat mezomer ta'siri qanchalik kuchli ekanligini bildiradi:



Uchta vodorodning bunday osonlik bilan almashinishi toluolda ham, xlorbenzolda ham kuzatilmaydi.

Gidroksil guruhining ta'siri shunchalik kuchliki, yuqoridagi reaksiya salitsil kislotesi bilan o'tkazilganda ham 2,4,6-tribromfenol hosil bo'ladi, karboksil guruh esa sizib chiqariladi.

Yangi kirib kelayotgan o'rinbosarning ma'lum joylarga yo'naltirilishi, shu joylardagi almashinish tezligi bilan belgilanadi. Shuning

uchun benzol yadrosi asosiy holatining elektron zichligi yo'nalishni oldindan aytish uchun shartli ravishda asos bo'lishi mumkin. Buning uchun erkin faollanish energiyasidan (faollanish entalpiyasi va entropiyasi) foydalanish kerak bo'ladi.

Almashinish sodir bo'layotgan reaksiya markaz benzol halqasida mavjud bo'lgan guruhning elektronlari ta'siri ostida bo'lgani uchun, uning reaksiya tezligiga ta'siri  $\sigma+$  konstantalar qo'llangandagilar Gammet tenglamasi bilan ifodalunadi. Gammet tenglamasidagi reaksiya konstantasi  $\rho$  esa benzol halqasidagi elektrofil almashinish reaksiyalarida manfiy qiymatlarga ega bo'ladi. Bu esa aromatik birikmaning reaksiyada elektronlarning donor sifatida ishtirok etayotganini bildiradi.

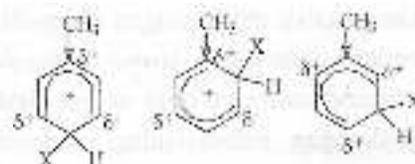
Reaksiyaning arisqilgan tezlik konstantasi yoki nisbiy tezlik konstantasidan ayrim holatlardagi tezlikning parsial faktorlarini hisoblash mumkin:

$$\sigma_p = \% \rho - 3 K_{msp}/100, \quad m_p = \% m - 3 K_{msp}/100, \quad p_r = \% p - 6 K_{msp}/100$$

Bu yerda  $K_{msp} = K C_6H_5 - X / K C_6H_6$

Ular reaksiya qobiliyatini taqqoslash uchun qulaydir.

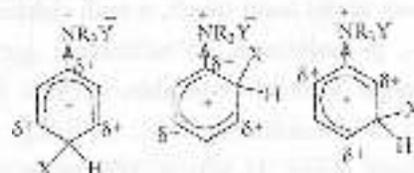
Elektrofil almashinish reaksiyasining o'tish holatida ( $\sigma$ -kompleksda) asosiy holatidagiga nisbatan o'rinbosarning ta'siri kuchayadi. Masalan, toluol yadrosiga elektrofilning birikishi natijasida hosil bo'ladigan o'tish holati musbat zaryadning delokallasishi butun konyugirlanган sistema bo'ylab amalga oshadi va karbokationning energiyasi kamayadi. Alkil guruh *o*- va *p*-holatlarda hosil bo'lgan qisman musbat zaryadlarni yaxshi stabilaydi, bunda *p*-holat *o*-holatga nisbatan yaxshiroq stabilanadi. Chunki, molekula uning katta uzundikdagi yo'nalishi bo'yicha yuqori qutblanuvchanlikka ega bo'ladi va *o*- va *p*-holatlardagi almashinish reaksiyaning asosiy yo'nalishi bo'ladi:



*Toluol yadrosida p-, o- va m-holatlardagi almashinishda hosil bo'ladigan karbokationning metil guruhi ta'sirida barqarorlashishi*

Yuqorida biz alkil guruhining, ya'ni mashat induksion (+I) ta'sir beruvchi guruh ta'siridagi almashinishni ko'rdik.

Manfiy induksion ta'sir (-I) beruvchi guruh yadroda bo'lganda esa erulik holatda hosil bo'ladigan karbokation o'rinbosarning ta'siri ostida destabillanadi. Destabilanish, ayniqsa, *o*- va *p*-holatlarda kuchli bo'ladi, *m*-holatdagi almashinish esa faollanish uchun energiya kam talab qilganligi sababli oson ketadi. Masalan, benzol halqasida ammoniy ion shaklidagi o'rinbosar bo'lganda erulik karbokationning destabillanishi *o*- va *p*-holatlarga elektrofil hujum vaqtida kuchli bo'lishini quyidagi sxemada ko'rish mumkin:

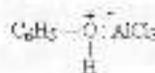


Shuning uchun bunday o'rinbosarlar ta'sirida almashinish asosan *m*-holatda amalga oshadi.  $-CCl_3$ ,  $-CH_2NO_2$  kabi guruhlar shu yo'sinda yo'naltirish xossasiga ega.  $-CHO$ ,  $-CRO$ ,  $-NO_2$ ,  $-CN$  kabi guruhlar benzol halqasida bo'lganda *o*-holatdagi almashinish sezilarli miqdorda ortadi. Bunga sabab "orto-effekt" deb ataluvchi hodisa bo'lib, uning sababi quyidagicha tushuntiriladi.

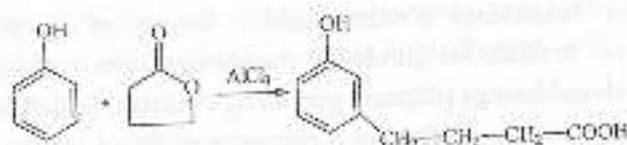
$-CHO$ ,  $-COOR$ ,  $-NO_2$  guruhlar kuchli elektronaksepter kislorod atomini o'zida tutadi va u uglerod yoki azot bilan qo'sh bog' orqali bog'langan. Bu qo'sh bog'lardagi  $\pi$ -elektronlar kislorod tomona kuchli tortiladi va qo'sh bog'dagi elektron zichlik kislorod atomi atrofida ortadi va undagi manfiy zaryad ko'payadi.

Aromatik birikmaga ta'sir ettirilayotgan elektrofil zaracha birinchi navbatda shu kislorodga hujum qiladi, ammo bu guruhda almashinishga sabab bo'ladigan vodorod atomi yo'qligi uchun elektrofil bu guruhga yaqin masofada joylashgan orto-holatdagi vodorodni almashtiradi. "Orto-effekt" fenol va anilin yadrosidagi almashinishda ham kuzatiladi. Bu molekular yadrosidagi -OH, -NH<sub>2</sub>, yoki -NR<sub>2</sub> guruhlar tarkibiga kiruvchi kislorod yoki azot bo'linmagan elektron juftini tutqanligi va kuchli elektronoakseptor guruh bo'lganligi uchun elektrofil zaracha birinchi navbatda shu atomga yo'naladi. Ammo bu atomdagi almashinish mahsuloti nisbatan beqaror bo'lgani uchun (kislota katalizatori, ajralib chiqayotgan HCl va b. ta'sirida) elektrofil u-holatdagi vodorodni almashtiradi. Ammo, shuni ta'kidlash kerakki, bu guruhlarning aromatik yadroga kuchli mezomer ta'siri bo'lganligi sababli, o- va p-hoatlarda elektron zichlik ortadi va almashinish deyarli faqat shu hoatlarda sodir bo'ladi.

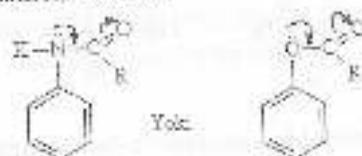
Kuchli kislotali muhitda reaksiya olib boriladigan bo'lsa -NH<sub>2</sub> yoki -NR<sub>2</sub> guruh ammoniy tuzini hosil qiladi, u endi elektronoakseptor guruhga aylanadi va o-, p-hoatlarga yo'naltiruvchi guruhdan m-holatga yo'naltiruvchi guruhga aylanadi. Masalan, anilinni AlCl<sub>3</sub> katalizatori ishtirokida xlorlash m-xloranilinning hosil bo'lishiga olib keladi. Anilinni sulfolashda ham (kons. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + SO<sub>2</sub> ta'sirida) m-anilinsulfokislota hosil bo'ladi. Fenollardagi kislorodning asosiligi kichik bo'lganligi uchun kislotali muhit -OH guruhining yo'naltiruvchi xususiyatini deyarli o'zgartirmaydi. Ammo, ba'zi hollarda, masalan, fenollarni AlCl<sub>3</sub> ishtirokida  $\gamma$ -laktonlar bilan alkilash sezilarli miqdorda m-alkil mahsulotga olib keladi. Bu natija reaksiya sharoitida -OH guruh katalizator ta'sirida



tarkibli oksioniy tuzini hosil qilib, o-, p-holatga yo'naltiruvchi guruhdan m-holatga yo'naltiruvchi guruhga aylanganligi bilan tushuntiriladi:



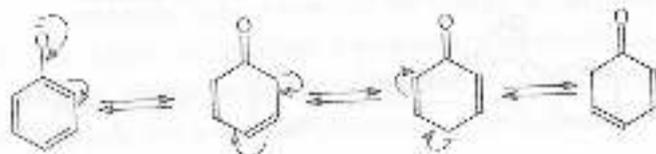
Fenol va anilinlarning O-atsil- yoki N-atsil hosilalarida benzol yadrosining reaksiyaga kirishish qobiliyati fenol va anilinlarnikiga nisbatan past bo'ladi. Bunda kislorod yoki azot atomidagi elektron jufti qisman atsil guruhi tomon tortiladi:



Shunga qaraganda ham birikmalarda ham almashinish, asosan, o- va p-hoatlarda sodir bo'ladi. Kuchli ishqoriy muhitda fenollar fenolyatlarga aylanadi:



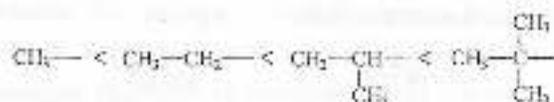
Fenolyat anionidagi kislorodning mezomer ta'siri -OH guruhining mezomer ta'siridan kuchli, shuning uchun fenolyat anioni fenolga nisbatan oson va tez elektrofil almashinish reaksiyasiga kirishadi (masalan, azoboyoqlar olishdagi azoqo'shilish reaksiyasida)



Almashinish o- va p-hoatlarda kechadi, chunki shu hoatlarda elektron zichlik ko'p bo'ladi.

Benzol halqasidagi o'rinbosarlarning fazoviy ta'siri to'g'risida shuni aytish kerakki, bu guruhning fazoda egallagan hajmiga qarab, elektrofil almashinishga (ikkinchi guruhning kirishiga) turlicha qarshilik ko'rsatilishi mumkin. Yadrodagı o'rinbosarning hajmi qanchalik katta bo'lsa, u ikkita orto-holatni fazoviy jihatdan to'sadi va shu joylarga elektrofilning kirishini qiyinlashtiradi.

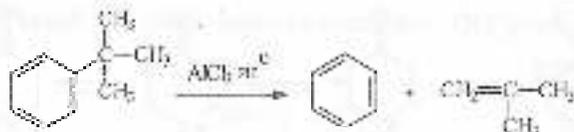
Alkil guruhning hajmi va fazoviy jihatdan o-holatni to'sishi quyidagi qatorda ortib boradi:



Shuning uchun toluoldan uchlamchi-butilbenzol tomon o'tilganda o-holatdagi almashinish keskin kamayadi. Uchlamchi butilbenzol bilan elektrofil almashinish reaksiyalarida o-holatdagi almashinish fazoviy ta'sir tufayli mutlaqo sodir bo'lmaydi. Uchlamchi-butil guruhning ikkita orto-holatni fazoviy jihatdan to'sishi amalda qo'llaniladi. Uchlamchi-butil guruhni benzol halqasiga kiritish qiyin emas. Odatda bu reaksiya benzolga kislotali katalizatorlar ishtirokida uchlamchi-butilxloridi, uchlamchi-butil spirti va izobutilenlarni ta'sir ettirib osongina olinadi.

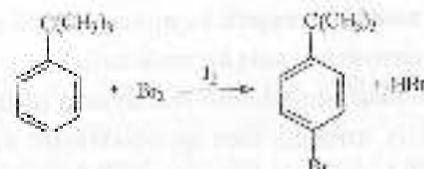


Bu guruhni izobutilen shaklida yana osonlik bilan chiqarib yuborish ham mumkin. Bunda ham kislotali katalizatorlar ishlatiladi:

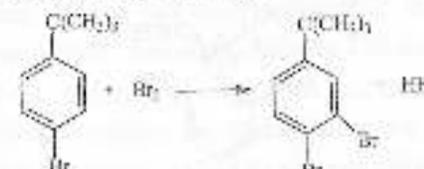


Shuning uchun reaksiyalarda bu guruh yordamida birdaniga benzol halqasidagi uchta holatni boshqa guruhning kirishidan himoya qilish mumkin. Masalan, bu usulni benzoldan o-dibrombenzol olishda ish-

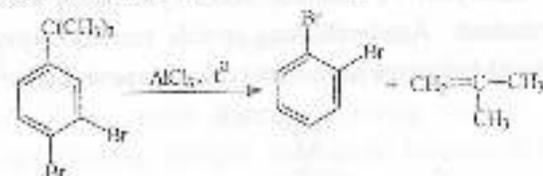
latish mumkin. Buning uchun benzoldan avvaliga, yuqoridagi usul bilan uchlamchi-butilbenzol olinadi. Uchlamchi-butilbenzol yod ishtirokida bromlanadi:



Bunda uchlamchi-butil guruhining fazoviy ta'siri tufayli faqat p-bromuchlamchi-butilbenzol hosil bo'ladi. Bu modda yana bromlansa, yangi brom avvalgi bromning o-holatiga keladi:



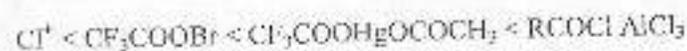
Endi bu mahsulotdan uchlamchi-butil guruhini chiqarib yuboriladi:



Demak, bu usul bilan toza 1,2-dibrombenzol olinadi.

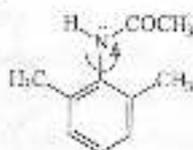
Benzoldan o-dibrombenzolni to'g'ridan-to'g'ri bromlab olinganda esa dibrombenzol izomerlarining aralashmasi hosil bo'ladi.

Benzol halqasida bitta o'rinbosar bo'lganda, keyingi kelayotgan elektrofilning hajmi ortishi bilan o-holatdagi almashinish qiyinlashib boradi. Masalan, reagentlarning quyidagi qatorida o-izomerining miqdori kamayib boradi va shu qatorda reagentning fazoviy hajmi oshib boradi:

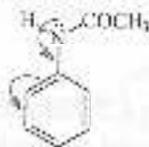


Keltirilgan qatorni quyidagi tajriba ma'lumotlari tasdiqlaydi: Toluolni  $\text{Cl}^+$  ( $\text{HOCl} + \text{HClO}_4$ ) bilan xlorlanganda 77% o-xlorotoluol hosil bo'ladi,  $\text{CH}_3\text{COCH} + \text{AlCl}_3$  bilan atsetillanganda esa 1% o-atsetiltoluol hosil bo'ladi. Bu misoldan reagent hajmining ortishi o-holatdagi almashinishni keskin kamaytirishi aniq ko'rinib turibdi.

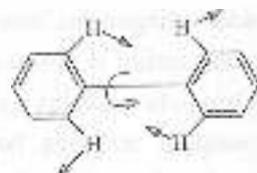
Aromatik yadrodagi almashinish reaksiyasini o'rinbosarning mezomer ta'siriga fazoviy qarshilik ham qiyinlashtirishi mumkin. Masalan, 2,6-dimetilatsetanilid atsetanilidning o'ziga nisbatan elektrofil almashinish reaksiyalariga qiyin kirishadi. Bunga sabab fazoviy qarshilik tufayli atselamino ( $-\text{NH}-\text{COCH}_3$ ) guruhi benzol yadrosi bilan bir tekislikda joylasha olmaydi:



Natijada o'rinbosarning yadroga ko'rsatadigan musbat mezomer (+M) ta'siri kamayadi va shuning uchun yadrodagi elektrofil almashinish qiyinlashadi. Atsetanilidning o'zida bunday qiyinchilik yo'q, o'rinbosarning +M ta'siriga hech narsa fazoviy qarshilik ko'rsatmaydi:



Mezomer ta'sirga fazoviy qarshilik natijasida benzol halqasidagi elektrofil almashinishning qiyinlashishi difenil reaksiyalarida ham kuzatiladi. o-Holatlardagi to'rtta vodorodning bir-biriga ko'rsatadigan fazoviy qarshiligi tufayli fenil guruhlar bir-biriga nisbatan 20-30°ga buriladi. Buning natijasida ularning ko'planarligi (bir tekislikda yota olishi) buziladi va shuning uchun fenil guruhning ikkinchi fenil guruhga ko'rsatadigan musbat mezomer (+M) ta'siri kamayadi, reaksiyaga kirishish qobiliyati susayadi:



Bordiyu difenildagi ikkita o-holatdagi vodorodlarni bitta uglerod orqali bog'lab, ikkala yadroni bitta tekislikda joylashishi ta'minlansa, reaksiya qobiliyat keskin ortadi. Bunday hirkma fluorendir:



Haqiqatan ham fluoren yadrosidagi elektrofil almashinish difenildagiga nisbatan oson ketib, reaksiya qobiliyati 270-marta ortadi.

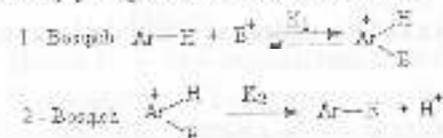
Demak, benzol halqasidagi elektrofil almashinish reaksiyasida substratning asosiligi, reagentning elektrofilligi va hajmi, o'rinbosarning qutblantiruvchi va fazoviy ta'sirlari hisobga olinishi kerak.

### Misollar

1. Benzol, deuterobenzol yoki brombenzol va deuterobrombenzollar nitrolanganda  $K_H/K_D$  tezlik konstantalarining nisbati 1 ga yaqin bo'lgan. Reaksiyalarining tezligini belgilovchi bosqich to'g'risida qanday xudosa qilish mumkin?

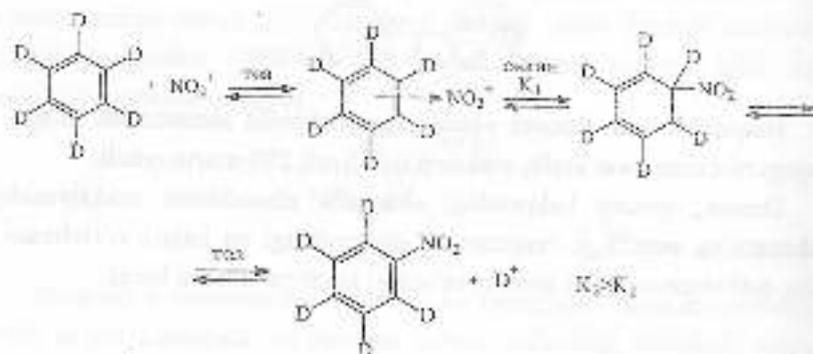
#### Yechish:

Elektrofil almashinish reaksiyasini qisqacha ikki bosqichli reaksiya tarzida quyidagicha ko'rsatish mumkin:



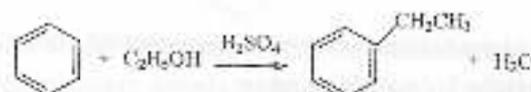
Agar  $K_1 \geq K_2$  bo'lsa, ya'ni reaksiyaning umumiy tezligi  $\sigma$ -kompleks hosil bo'lish bosqichiga emas, balki sekin ketadigan II-bosqich tezligiga bog'liq bo'lsa, kinetik izotop effekti kuzatiladi va

$K_H/K_D > 1$  bo'ladi. Tajribadan olingan ma'lumotlarga ko'ra  $K_H/K_D = 1$  bo'lganligi uchun reaksiyaning tezligi II bosqich, ya'ni protonning yoki deyteriyning chiqib ketish bosqichi tezligiga emas, balki I bosqich -  $\sigma$ -kompleks hosil bo'lish bosqichi tezligiga bog'liq. Boshqacha qilib aytganda  $K_2 > K_1$ . Shuning uchun bu reaksiyalarda kinetik izotop effekti kuzatilmaydi. Reaksiya mexanizmini deyteriybenzolni nitrolash misolida quyidagicha ko'rsatish mumkin:



2. Benzol va etil spirtidan foydalanib, qanday reaksiyalar yordamida p-diatsetilbenzol va 2,5-dietilatsetofenon olish mumkin? Undagi elektrofil almashinish reaksiyalarini ko'rsating.

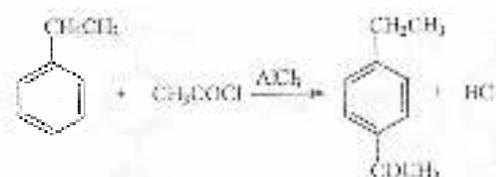
**Yechish.** 1) Benzoiga sulfat kislotasi katalizatori ishtirokida etil spirt ta'sir ettirib etilbenzol olinadi:



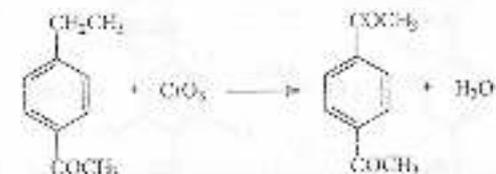
2) Etil spirtini oksidlab sirkas kislota, undan esa atsetilxlorid olinadi:



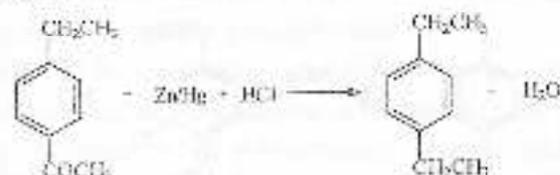
3) Etilbenzolga  $\text{AlCl}_3$  katalizatorligida atsetilxlorid ta'sir etiriladi:



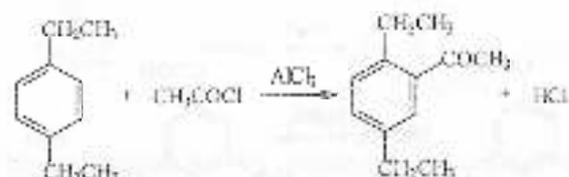
4) p-Atsetiletilbenzol xrom oksidi bilan oksidlanib p-diatsetilbenzol hosil qilinadi:



5) p-Atsetiletilbenzol rux amalgamasi bilan qaytarilsa, p-dietilbenzol hosil bo'ladi:



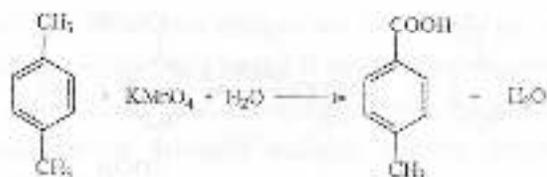
6) p-Dietilbenzol atsetilxlorid bilan  $\text{AlCl}_3$  katalizatori ishtirokida atsetillansa 2,5-dietilatsetofenon hosil bo'ladi:



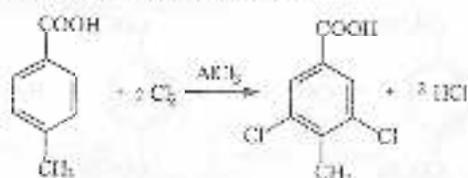
Bunda 1-, 3- va 6-bosqich reaksiyalari elektrofil almashinishdir.

3. p-Ksiloldan 2,6-dixlorotoluol va 2-xlor-6-nitrotoluollar olish sxemalarini tuzing undagi elektrofil almashinish reaksiyalarini ko'rsating.

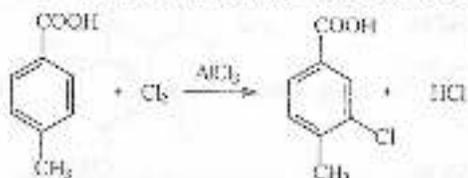
**Yechish.** 1) p-Ksilol kaliy permanganat eritmasi bilan oksidlanib p-metilbenzoil kislota olinadi:



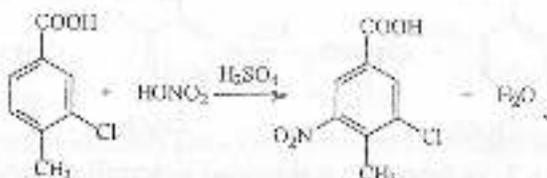
2) p-Metilbenzoy kislota  $\text{AlCl}_3$  katalizatorligida xloransa 3,5-dixlor-4-metilbenzoy kislota hosil bo'ladi:



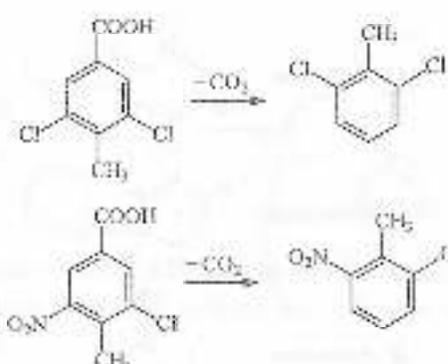
3) Agar p-metilbenzoy kislota  $\text{AlCl}_3$  ishtirokida 1 mol xlor bilan reaksiyaga kiritilsa, 4-metil-3-xlorbenzoy kislota hosil bo'ladi:



4) Oxirgi reaksiyada hosil bo'lgan 4-metil-3-xlorbenzoy kislota nitrolovchi aralashma yordamida nitrolansa, 4-metil-3-nitro-5-xlorbenzoy kislota hosil bo'ladi:



5) 2-reaksiya mahsuloti dekarboksillansa, 2,6-dixlorotoluol, 4-reaksiya mahsuloti dekarboksillansa 6-nitro-2-xlorotoluol hosil bo'ladi:



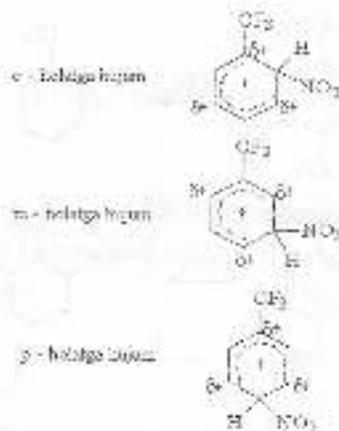
Bunda 2-, 3- va 4-bosqich reaksiyalari elektrofil almashinishdir.

4. Benzonitril,  $\alpha, \alpha$ -triflorotoluol, unilin, trifenil-karbinol, p-uchlanchi butiltoluollar nitrolovchi aralashma bilan nitrolanganda reaksiyalarning asosiy yo'nalishi qanday bo'ladi?

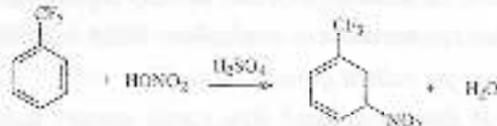
Yechish. 1) Benzonitrildagi sien guruh manfiy induksion (-I) va manfiy mezomer ta'sir ko'rsatuvchi o'rinbosardir. Bu guruh benzol halqasidagi, ayniqsa, o- va p-hoatlardagi elektron zichlikni keskin kamaytirib yuboradi, almashinish m-holatda ketadi:



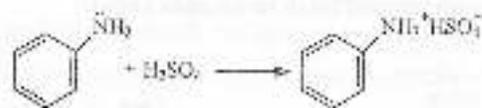
2) Triforometil guruh manfiy induksion ta'sir (-I) beruvchi guruh bo'lib, u ham o- va p-hoatlardagi almashinishni qiyinlashtiradi, shuning uchun bu guruh ham reaksiyani m-holatga yo'naltiradi. Quyida keltirilgan  $\sigma$ -komplekslarning tuzilishidagi barqarorlik fikrimizni tasdiqlaydi:



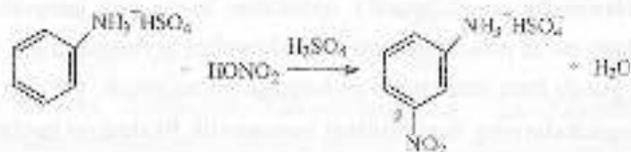
Reaksiya tenglamasi:



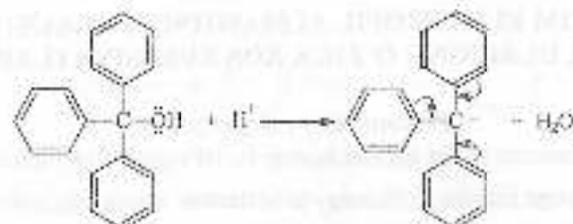
3) Anilindagi aminoguruh kuchli kislotali muhitda ammoniy tuzini hosil qiladi:



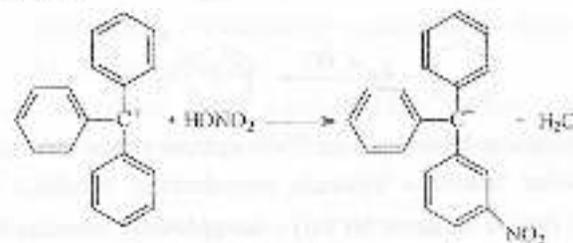
Hosil bo'lgan ammoniy ioni endi kuchli elektronoakseptor o'rinish bo'ladi va u ham  $m$ -holatga yo'naltiradi:



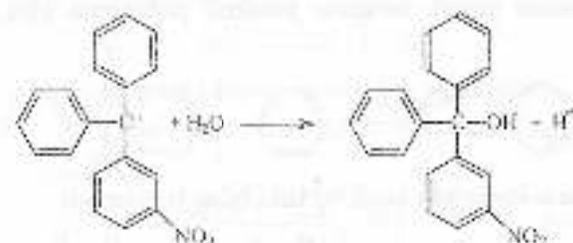
4) Trifenilkarbinol – uchlamchi spirt bo'lib, u kuchli kislotali muhitda kislorod atomi bo'yicha proton biriktiradi va suv ajralishi hisobiga karbokationga aylanadi:



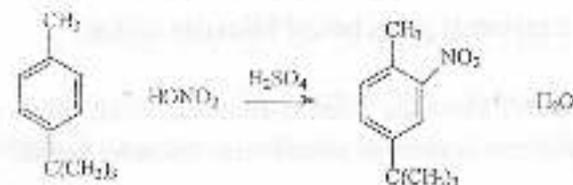
Bu karbokation benzol yadrolaridan (-M) manfiy mezomer ta'sir (afayli elektronlarni tortadi va natijada bu birikmada ham almashinish  $m$ -holatda ketadi:



Karbokation aralashma suyultirilganda yana spirtga aylanadi:



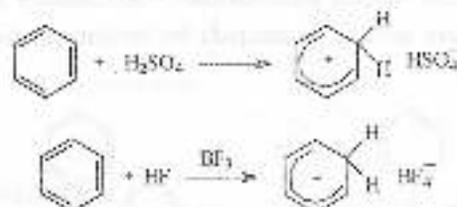
5)  $p$ -Uchlanchi-butiltolonda almashinish fuzoviy qiyinchilik ta'sirli metil guruhga nisbatan  $o$ -holatda ketadi:



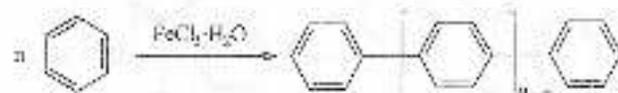
### 35. AYRIM ELEKTROFIL ALMASHINISH REAKSIYALARI VA ULARNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

#### Protonlash va deyteriylash

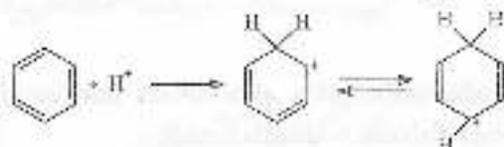
Benzol suvsiz sulfat kislotada eriydi,  $BF_3$  yoki  $SbF_5$  ishtirokida  $HF$  bilan reaksiyaga kirishadi. Bunday ta'sirlashuv natijasida  $\sigma$ -komplekslar hosil bo'ladi:



Bu komplekslarning hosil bo'lishi PMR spektri yordamida isbotlangan. Bu komplekslar tarkibiga kiruvchi anionlarning asosilligi qanchalik kichik bo'lsa (anion barqaror bo'lsa)  $\sigma$ -komplekslar shunchalik barqaror bo'ladi, chunki anionlarning protonni tortib olish qobiliyati past bo'ladi. Benzolning kuchli kislotalar bilan bunday kompleks hosil qilish xususiyati undan termik barqaror polifenil polimerini olishga imkon beradi:

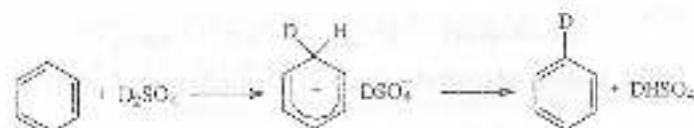


Reaksiya  $\sigma$ -kompleks hosil bo'lishi bilan boshlanadi:



U esa o'z navbatida yangi benzol halqasiga birikadi.

Benzolning kuchli kislotalar bilan  $\sigma$ -kompleks hosil qilish xususiyati undagi vodorodlarni deyteriyga almashtirish imkonini beradi:



$\text{D}_2\text{SO}_4$  ning miqdori ortiqcha bo'lganda benzoldagi barcha vodorodlarni deyteriyga almashtirish mumkin. Oraliq  $\sigma$ -kompleksdan proton deyteriy kationiga nisbatan 9-marta ason chiqib ketadi va shuning uchun vodorodlarning deyteriyga almashinishi sodir bo'ladi.

$$\frac{k_H}{k_D} = 5$$

Benzol halqasidagi o'rinbosarlar vodorodning deyteriyga almashinishiga o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Masalan, to'laning o- va p-holatlaridagi vodorod atomlari benzoldagi vodorodlarga nisbatan deyteriyga 300-marta tez almashadi.

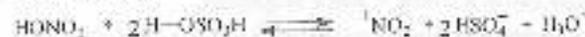
#### Nitrolash

Aromatik birikmalarni nitrolashning umumiy sxemasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Nitrolovchi reagentlar sifatida quyidagilar ishlatiladi:

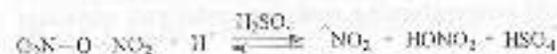
1. Konsentrlangan nitrat va sulfat kislotalarning aralashmasi (nitrolovchi aralashma):



2. Nitroniy nuzlari:  $\text{NO}_2^+\text{BF}_4^-$ ,  $\text{NO}_2^+\text{ClO}_4^-$



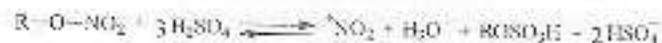
3. Kislotali katalizatorlar ishtirokida azot(V)-oksidi:  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{HF}$



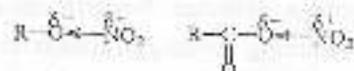
4. Kislotali katalizatorlar ishtirokida azot(IV)-oksidning dimeri  $\text{N}_2\text{O}_4$ :



5. Sulfat kislotasi ishtirokida alkil- va atsil-nitratlar:  $\text{R}-\text{ONO}_2$ ,  $\text{RCO}-\text{ONO}_2$



6. Alkil- va atsilitratlar:

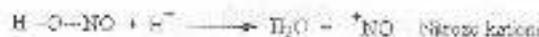


7. Konsentrlangan nitrat kislotasi:  $\text{HONO}_2$



8. Suyultirilgan nitrat kislotasi:  $\text{HONO}_2$

Uning tarkibida nitrit kislotasi va azot(IV)oksidning dimeri bor deb hisoblanadi:



9. Suyultirilgan nitrat kislotasi va konsentrlangan sirkas kislotasi:  $\text{HONO}_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$

10. Atsetilnitrat + sirkas anhidridi.

11. Atsetilnitrat + muzsimon sirkas kislotasi.

12. Suvsiz nitrat kislotasi + sirkas anhidridi.

13. Suvsiz nitrat kislotasi + muzsimon sirkas kislotasi.

14. Tetranitrometan  $\text{C}(\text{NO}_2)_4$  piridin ishtirokida.

15. Kaliy nitrat bilan oleum -  $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (oleum) yoki konsentrlangan sulfat, polifosfat kislotalar.

Nitrolovchi reagentlarning reaksiya qobiliyati quyidagi qatorda kamayib boradi:

$\text{N}_2\text{O}_5$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BF}_3$ ) >  $\text{NO}_2^+\text{X}^-$  ( $\text{X}=\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{SbF}_6^-$ ,  $\text{SiF}_6^{2-}$ ) >  $\text{N}_2\text{O}_4$  ( $\text{BF}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ) >  $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (oleum) >  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  >  $\text{HNO}_3$  (kons.) >

$\text{N}_2\text{O}_4$  >  $\text{HNO}_3$  ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) >  $\text{CH}_3\text{COONO}_2$  ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}-\text{OCOCH}_3$ ) >  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONO}_2$  >  $\text{C}(\text{NO}_2)_4$  (piridin)

Aromatik birikmalarni nitrat kislotasi yoki uning sulfat kislotasi bilan aralashmasi yordamida nitrolovchi elektrofil zarra - nitroniy kationi  $\text{}^+\text{NO}_2$  quyidagi sxema bo'yicha hosil bo'ladi:



Bu sxemadagi proton  $\text{H}^+$  sulfat yoki u bo'lmaganda, nitrat kislotaga tegishlidir.

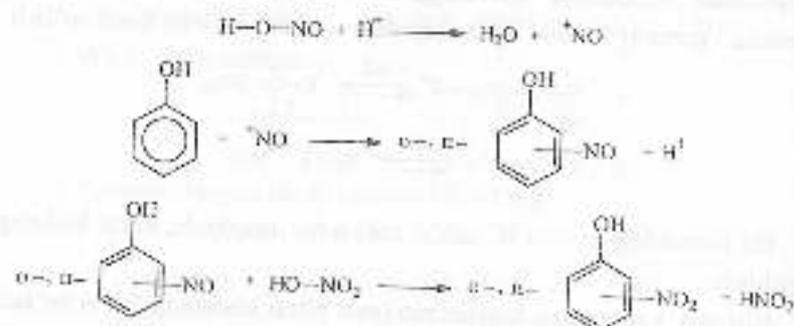
Nitroniy kationining konsentratsiyasi nitrat kislotada 3-4% bo'ladi. Sulfat kislotasi qo'shilganda uning miqdori ortadi va sulfat kislotaning miqdori 90% bo'lganda aralashmada eng ko'p  $\text{}^+\text{NO}_2$  bo'ladi.

Reaksiyaga kirishuvchan aromatik birikmalar nitrolovchi  $\text{}^+\text{NO}_2$  ning hosil bo'lish tezligi reaksiya tezligini belgilaydi. Aromatik reaksiya qobiliyati past bo'lsa, nitrolovchi reaksiyasining, aniqroq qilib aytganda,  $\sigma$ -kompleksning hosil bo'lish tezligi umumiy reaksiya tezligini belgilaydi:

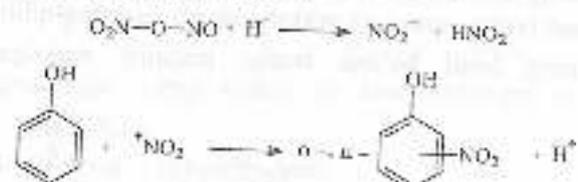


Aromatik birikmalar ichida fenollar va anilinlarni nitrolovchi o'ziga xos xususiyatlarga ega. Ularning ikkalasi ham oson oksidlanuvchi modda bo'lib, ular konsentrlangan nitrat kislotasi ta'sirida oksidlanib, qorayib, smolaga aylanib ketadi. Shuning uchun fenollarni nitrolovchi suyultirilgan nitrat kislotadan foydalaniladi. Shunda ham fenolning 60-70% qismi oksidlanib ketadi. Reaksiyaning mexanizmi ikki xil talqin qilinadi.

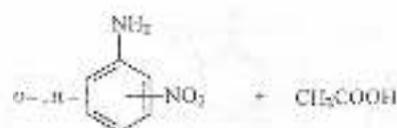
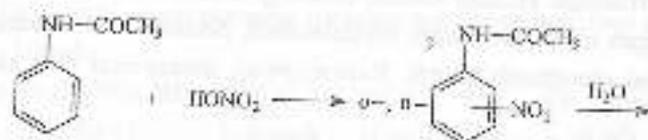
1-talqin: Suyultirilgan nitrat kislota da nitrit kislota si bor va u nitrozo kationi hosil bo'lishi hisobiga nitrozofenol hosil qiladi, nitrozofenol esa nitrat kislota ta'sirida oksidlanib, nitrofenolga aylanadi:



2-talqin: Suyultirilgan nitrat kislota da azot(IV)-oksidning dimeri mavjud bo'lib, u nitrat kislota ta'sirida nitroniy kation  $\text{NO}_2^+$  hosil qiladi va u fenol bilan reaksiyaga kirishadi:



Anilinni, u oson oksidlanganidan hatto suyultirilgan nitrat kislota bilan ham nitrolab bo'lmaydi. Shuning uchun uning aminogaruhi atsillab himoya qilinadi. Hosil bo'lgan N-atsilanilla nitrolanadi va o- va p-nitro-N-atsilanilinar olinadi. Ular gidroliz qilinib nitroanilinlar hosil qilinadi:



### Galogenlash

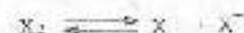
Benzol yadrosidagi vodorodni galogenga almashtirish reaksiyalardan, amalda, xlorlash va bromlash ko'p qo'llaniladi. Ftor molekulasining radikallar hosil qilib gomolitik parchalanishi uchun juda oz energiya talab qilingani sababli aromatik birikmalar bilan u radikal mexanizm bo'yicha reaksiyaga kirishadi. Bunda avvalo florning benzol yadrosiga birikishi kuzatiladi. Reaksiyada juda katta issiqlik ajralib chiqishi (428 kJoul/mol) ham uni boshqarishni qiyinlashtiradi.

Aromatik birikmalarni bevosita yodlash natijasida kuchli qaytaruvchi - HI hosil bo'lganligi uchun, u reaksiyani orqaga qaytarib yuboradi va shuning uchun reaksiyani oksidlovchilar ishtirokida (masalan,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HgO}$ ) olib borishga to'g'ri keladi.



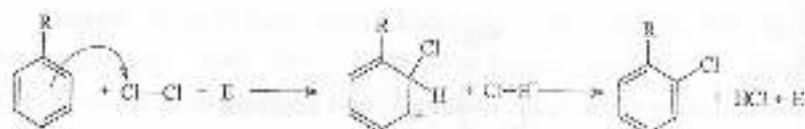
Yod anionining ( $\text{I}^-$ ) elektrofil reagentlarga nisbatan koordinatsiyasi kam bo'lganligi sababli, yodlash uchun  $\text{I}-\text{Cl}$  olinishi qulaydir.

Umuman, galogen molekularining geterolitik parchalanish ehtimolligi juda kam:



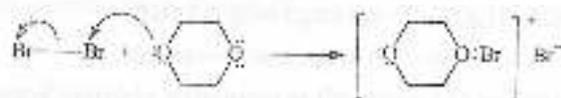
Shuning uchun molekulyar galogentlar bilan galogenlashda erituvchining, aromatik birikmaning yoki katalizatorning qatnashuvi zarurdir.

Aromatik birikma va elektrofil katalizator ta'siri ostida boradigan reaksiyaning sxemasini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Shunday qilib, molekulyar galogen bilan galogenlashga erituvchi (bizning misolimizda benzol gomologi)ning ta'siri katta bo'ladi va shu sababli benzol yadrosidagi elektron-donor o'rinbosarlar aromatik birikmaning galogenlanishini osonlashtiradi. Reaksiyaning tezligi  $\sigma$ -kompleksning hosil bo'lish tezligi bilan belgilanadi.

Xlor yoki brom molekulasini qutblantiruvchi katalizatorlar sifatida sulfat kislota, Lyuis kislotalari (masalan,  $\text{FeBr}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{SbBr}_5$ ,  $\text{PBr}_3$  va h.k.), kumush perxlorati ( $\text{Ag}^+\text{ClO}_4^-$ ), yod va dimetilsulfoksid, suv, dioksan, piridin kabi qutblantiruvchi erituvchilar ishlatiladi. Masalan, dioksanning qutblantiruvchi ta'sirini dioksandibromid hosil bo'lishi bilan tushuntirish mumkin:

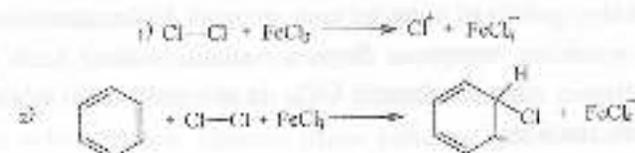


Suv yoki piridinning ta'siri ham shunday tushuntirilishi mumkin.

Yuqorida keltirilgan katalizatorlar ichida kumush perxlorati eng kuchli katalizator bo'lib, u galogen kationini hosil qiladi va shu sababli uning ishtirokida reaksiya qobiliyati juda past bo'lgan aromatik birikmalarni ham galoidlash mumkin. Uning katalitik ta'sirini quyidagi sxema bilan ko'rsatish mumkin:



Lyuis kislotalarining galogen molekulariga nisbatan qutblantiruvchi ta'sirini ikki xil tushuntirish mumkin:



Toluolni bu katalizatorlar ishtirokida xlorlanganda 0,5 o-/p- izomer xlortoluollar miqdorlarining nisbati 0,9 dan 1,2 oraliq'ida bo'ladi. Shu bilan birga toluol va benzollarning reaksiya qobiliyatlari oraliq'idagi farq -  $K_{\text{tol}}/K_{\text{benz}}$  kamayadi. Bu ma'lumotlar qo'proq ikkinchi sxemani tasdiqlaydi. Boshqacha qilib aytganda, katalizatorlarning ta'siri shundan iboratki, u  $\sigma$ -kompleksning hosil bo'lishini osonlashtiradi, natijada reaksiya tezlashadi va turli aromatik birikmalarga nisbatan selektivlik kamayadi.

Toluolni  $\text{HOCl}/\text{HClO}_4$  ishtirokida xlorlashda izomerlar miqdorining nisbati 0,5 o-/p- 1,64 ga teng. Bu natija hajm jihatidan kichik  $\text{Cl}^+$  kationining hosil bo'lishi bilan tushuntirilishi mumkin:



Lyuis katalizatorlari ishtirokida xlor yoki brom kationlarining hosil bo'lishi tasdiqlangan emas. Ularning katalizatorlik ta'siri yuqorida tushuntirildi. Sulfat kislota va yodning ta'sirini quyidagicha tushuntirish mumkin:



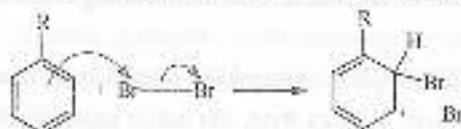
Toluolni turli erituvchilar ishtirokida (xlorbenzol, nitrobenzol, sirka anhidridi, atsetonitril, nitrometan, sirka kislota) molekulyar xlor bilan xlorlanganda izomerlarning

0,5 o-/p- nisbatlari 0,25-0,85 oraliq'ida bo'ladi. Bu natija ham reaksiya fazoviy jihatdan katta hajmga ega bo'lgan molekulyar xlorning hujumi bilan borishini ko'rsatadi.

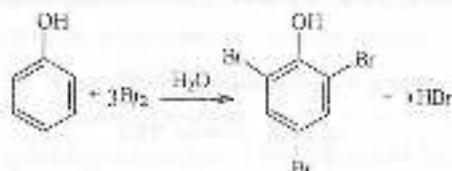
UReaksiyon qobiliyati katta bo'lgan aromatik birikmalarni (masalan, m-ksilol, mezitilen, antratsen, fluoron, naftalin, tiofen) hech qanday katalizatorlarsiz, qulbsiz erituvchi  $CCl_4$  da xlor yoki brom ta'sir eritib galogenlash mumkin:



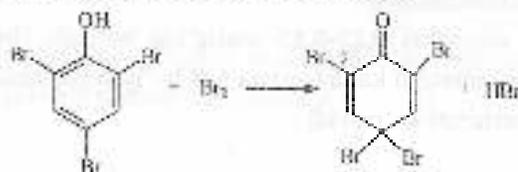
Bu reaksiyalarda molekulyar galogen aromatik birikmadagi  $\pi$ -elektronlar ta'siri ostida qutblanadi va  $\sigma$ -kompleks hosil qitadi:



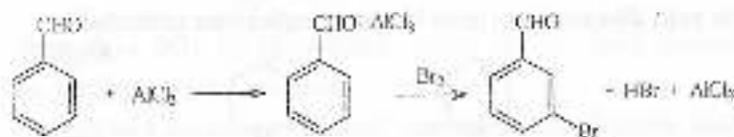
Fenol va anilin kabi reaksiyon qobiliyati katta bo'lgan birikmalar juda oson, uy haroratida, bromli suv bilan bromlanadi. Bunda bir yo'la uchta vodород almashinadi:



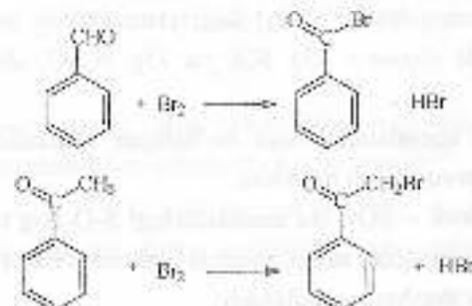
Gidroksil guruhining ta'siri shunchalik kuchliki, hosil bo'lgan 2,4,6-tribromfenol p-holatga yana bromlanadi ("ipso-hujum") va 2,4,4,6-tetrobromsiklogeksadienon hosil bo'ladi:



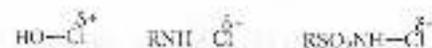
Anilin ham xuddi shunday oson bromlanadi. Uning reaksiyon qobiliyatini kamaytirish uchun amino-guruh asetilalanib himoya qilinadi. N-Asetilanilin endi anilin kabi oson galoidlanmaydi. Fenolni monobromlash uchun fazoviy jihatdan hajmi katta bo'lgun dioksan-dibromid ishlatiladi. Benzaldegid yoki asetofenon yadrolarini galoidlash uchun esa  $AlCl_3$  katalizatori qo'llaniladi:



Agar  $AlCl_3$  katalizatorisiz reaksiya olib berilsa, gomolitik almashinish kuzatiladi va boshqa mahsulot hosil bo'ladi:



Galogenlash uchun molekulyar galogenlardan tashqari gipoxloridlar, sulfaril xlorid ( $SO_2Cl_2$ ), oksidlovchilar (havo kislorodi, xlor, natriy xlorati) ishtirokida xlorid kislotasi, kaliy bromid, kaliy yodidlar ishlatiladi. Gipoxlorit kislotasi, xloramin va xloramidlardagi xlor-elektrofildir:



### Sulfolash

Aromatik yadrodagi vodородning sulfa-guruhga ( $-SO_3H$ ) almashinish reaksiyasi sulfolash reaksiyasi deb ataladi. Ko'pincha sulfat kisto-

lasi yordamida amalga oshiriladigan reaksiyaning tenglamasi quyidagicha ko'rsatiladi:



Sulfolovchi agentlar sifatida kuperos moyi - 92-94% li sulfat kislota, monogidrat - 98-100% li sulfat kislota, odatdagi temperaturada suyuq holda bo'lgan 20-25% li yoki 60-65% li oleum, xlorosulfon kislotasi - Cl-SO<sub>2</sub>OH, sulfat anhidridi - SO<sub>2</sub> hamda sulfat anhidridning piridin yoki dioksan bilan hosil qilgan komplekslari ishlatiladi.



Sulfolash reaksiyasida ishlatiladigan oleumning foizi sulfat anhidridning monogidrat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dagi eritmasining massa ulushidir. Masalan, 25% li oleum - 25g SO<sub>2</sub> va 75g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan iborat 100g eritmadir.

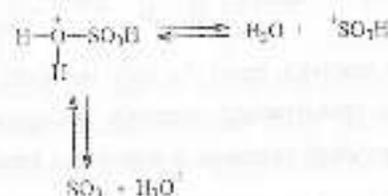
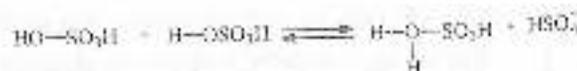
Sulfolovchi agentlardan hosil bo'ladigan elektrofil zarrachalarni quyidagicha tasavvur qilish mumkin:

Sulfat anhidridi - SO<sub>2</sub>. Bu molekuladagi S-O bog'lari qutbli bo'lganligi uchun oltingugurt atomi atrofida elektron zichlik keskin kamayadi va u qisman musbat zaryadlanadi:



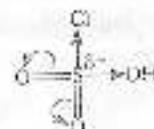
Shuning uchun SO<sub>2</sub> elektrofil zarracha va Lyuis kislotasi hisoblanadi.

Monogidrat, ya'ni 100% li sulfat kislotasida esa quyidagi elektrofil zarrachalar hosil bo'lishi mumkin:



Oleumda - SO<sub>2</sub> va SO<sub>2</sub>•H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ya'ni H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub> kabi sulfolovchi agentlar mavjud bo'lishi mumkin.

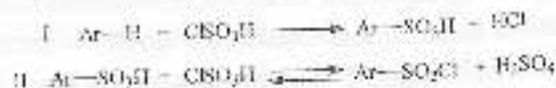
Xlorosulfon kislotadagi elektrofil zarrachani quyidagicha tasavvur qilish mumkin:



Turi konsratsiyali sulfat kislota bilan sulfolash qaytar reaksiya bo'lsa, sulfat anhidrid bilan sulfolash esa qaytmasdir:

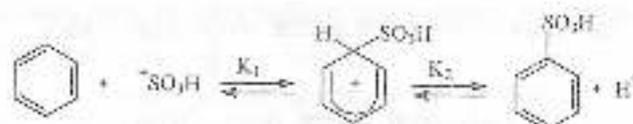


Xlorosulfon kislotasi bilan sulfolash reaksiyasi ikki bosqichda boradi:



Reaksiyaning birinchi bosqichi aromatik yadrodagi elektrofil almashinish - sulfolash, ikkinchisi esa oltingugurt atomidagi nukleofil almashinishdir.

Sulfolovchi elektrofil zarracha <sup>+</sup>SO<sub>2</sub>H bo'lgan vaqtdagi reaksiya mexanizmini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Reaksiyada  $\pi$ -kompleks hosil bo'lish bosqichi juda tez amalga oshganligi uchun u reaksiyaning umumiy tezligiga ta'sir qilmaydi. Shuning uchun yuqoridagi sxemada  $\pi$ -kompleks hosil bo'lish bosqichi tushirib qoldirilgan.

Yuqoridagi mexanizm sxemasiga muvofiq, sulfolash reaksiyasining tezligi  $\sigma$ -kompleks hosil bo'lish bosqichi tezligiga ham, protonning chiqib ketish bosqichi tezligiga ham bog'liq. Kislota yoki  $\text{SO}_3$  ning kislota-dagi konsentratsiyasi yuqori bo'lsa, aralashmada nukleofil  $\text{HSO}_4^-$  ning konsentratsiyasi kam bo'ladi. Shuning uchun bunday sharoitda protonning chiqib ketish tezligi keskin kamayadi va reaksiyaning umumiy tezligi shu bosqich tezligiga bog'liq bo'lib qoladi. Bu esa reaksiyada kinetik izotop effekt paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

Agar reaksiya 96% li va undan kam konsentratsiyali sulfat kislotasi bilan olib borilsa, aralashmada  $\text{HSO}_4^-$  nukleofilining konsentratsiyasi ortadi va ikkinchi bosqichdagi protonning chiqib ketish tezligi ortadi. Bunday sharoitda reaksiyaning umumiy tezligi  $\sigma$ -kompleks hosil bo'lish bosqichi tezligiga bog'liq bo'ladi va kinetik izotop effekt kuzatilmaydi.

Sulfat kislota bilan sulfolash reaksiyasi qaytar bo'lganligi sababli, birgina aromatik birikmani turli sharoitlarda sulfolash bilan, turli izomer arilsulfokislotalar olish mumkin. Bu sharoitlar reaksiyaning kinetik va termodinamik nazorat sharoitlaridir. Misol tariqasida toluolni yoki naftalinni sulfolash reaksiyalarini keltirish mumkin.

Toluol 94-96% li sulfat kislota bilan uy temperaturasida sulfolanganida 50%  $\sigma$ - va 50%  $p$ -toluolsulfokislotalar olingan,  $m$ -toluolsulfokislota esa hosil bo'lmagan. Reaksiyaning bu sharoiti kinetik nazorat sharoiti bo'lib, aynan shu  $\sigma$ - va  $p$ -holatlardagi reaksiyaning tezligi benzol halqasidagi metil guruhi ta'sirida katta bo'ladi. Shu reaksiya

120-150 $^{\circ}\text{S}$  da olib borilsa 85-90%  $p$ -, 10-15%  $\sigma$ -toluolsulfokislotalar va juda oz miqdorda  $m$ -toluolsulfokislota hosil bo'ladi.

Sulfolash uchun 90% li sulfat kislota olib reaksiya 180-200 $^{\circ}\text{S}$  da o'tkazilganda, 41%  $p$ -, 55%  $m$ - va 4%  $\sigma$ -toluolsulfokislotalar hosil bo'ladi. Reaksiyaning bu sharoiti termodinamik nazorat sharoiti bo'lib, barqaror  $p$ - va  $m$ -toluolsulfokislotalar hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Xuddi shu sharoitda  $\sigma$ - yoki  $p$ -toluolsulfokislotalar alohida-alohida qizdirilganda ham xuddi shunday aralashma hosil bo'ladi. Bunga sabab,  $\sigma$ - yoki  $p$ -toluol-sulfokislotalar desulfolanishga uchrab, aralashmada barqaror  $m$ -toluolsulfokislota ko'payib boradi.

Xuddi shunday manzarani naftalinni sulfolash reaksiyasida ham kuzatish mumkin. Naftalinni 100% li sulfat kislota (monogidrat) bilan 20-80 $^{\circ}\text{S}$  da sulfolaganda  $\alpha$ -naftalinsulfokislota hosil bo'ladi:



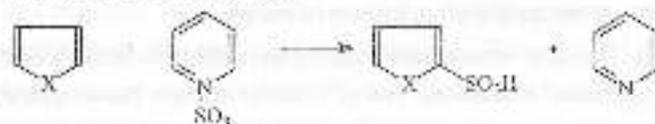
Agar reaksiya 120-160 $^{\circ}\text{S}$  da olib borilsa yoki  $\alpha$ -naftalinsulfokislota sulfat kislota monogidrat bilan shu temperaturada kizdirilsa,  $\beta$ -naftalinsulfokislota hosil bo'ladi.

Xuddi toluolning  $\sigma$ - va  $p$ -holatlari kabi naftalinning  $\alpha$ -holati uning  $\beta$ -holatiga nisbatan reaksiya qobiliyati katta. Shuning uchun past temperaturada (kinetik nazorat sharoitida)  $\alpha$ -naftalinsulfokislota hosil bo'ladi.  $\alpha$ -Naftalinsulfokislota yuqori temperaturada va sulfat kislota ta'sirida  $\beta$ -izomerga nisbatan oson protonlanadi va desulfolanish reaksiyasi sodir bo'ladi. Shuning uchun yuqori temperaturada (termodinamik nazorat sharoitida) termodinamik barqaror  $\beta$ -naftalinsulfokislota hosil bo'lishi kuzatiladi.

Shunday qilib, sulfolash reaksiyasi hoshqa elektrofil almashinish reaksiyalaridan qaytarligi va reaksiyada kinetik izotop effekt kuzatilishi bilan farq qiladi. Reaksiyaning qaytarligi to'g'ri va teskari reaksiyalarining faollanish energiyasidagi farqning kamligi bilan tushuntiriladi.

Mezilën, antratsen, fenol kabi reaksiya qobiliyati yuqori bo'lgan birikmalar konsentrlangan sulfat kislotasi bilan past temperaturalarda sulfolanadi.

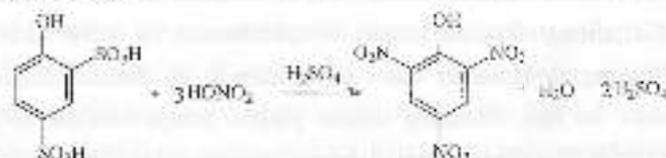
Furan, tiofen, pirrol kabi elektrofil almashinish reaksiyalariga oson kirishuvchi geterohalqali birikmalar kuchsiz sulfolovchi agentlar bilan -sulfat anhidridning piridin yoki dioksan bilan hosil qilgan komplekslari yordamida sulfolanadi. Bu geterohalqali birikmalar ichida kislotasi ta'siriga chidamliroq bo'lgan tiofen hatto konsentrlangan sulfat kislotasi bilan ham sulfolanishi mumkin:



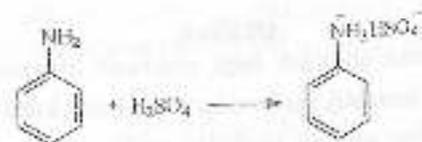
Aromatik birikmalarning elektrofil almashinish reaksiya qobiliyati qanchalik past bo'lsa, sulfolash uchun shunchalik kuchli sulfolovchi agentlar ishlatiladi.

*Kuchli sulfolovchi agentlarga* sulfat anhidridi va turli konsentratsiyadagi o'lemlar kiradi. Masalan, benzolni sulfolashga 5-8% li o'lemlar ishlatilsa, benzol-sulfokislotani yoki piridinni sulfolashga 20% li o'lemlar ishlatilib reaksiya 200-220°S da olib boriladi.

Sulfoguruhni suyultirilgan sulfat kislotasi bilan qizdirib desulfolash, konsentrlangan nitrat kislotasi bilan qizdirib esa nitro-desulfolash ham mumkin, masalan:



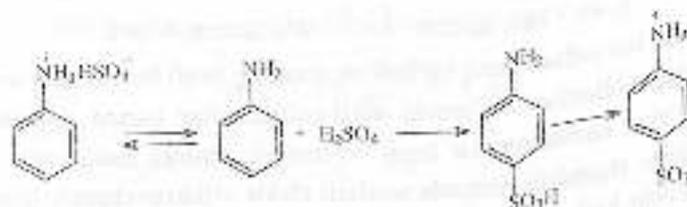
Anilin yoki boshqa aromatik aminlarni sulfolash o'ziga xos xususiyatlarga ega. Bunda sulfat kislotasi ta'sirida aminoguruh toz hosil qiladi va elektronodonor guruhdan elektronakseptor guruhga aylanadi:



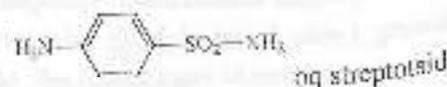
Hosil bo'lgan toz o'lemlar bilan sulfolansa m-anilinsulfokislotasi tuzilgan aylanadi.



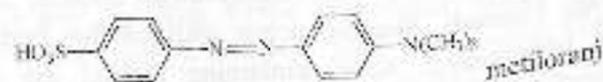
Agar tozning o'zi 180-190°S da bir necha soat qizdirilsa, p-anilinsulfokislotasi hosil bo'ladi. Yuqori temperaturada toz o'ziga bo'lsa ham anilin va sulfat kislotasi parchalanadi va hosil bo'lgan anilin p-ho- ltaga sulfolanadi:



Shu usulda muhim ahamiyatga ega bo'lgan dorilar va turli azobo- yoqlar olishda ishlatiladigan sulfonil kislotasi olinadi. Misol sifatida oq streptotsid, nersulfazol, sulfidin, sulfadimezin, etazol va metioranjin keltirish mumkin:



oq streptotsid

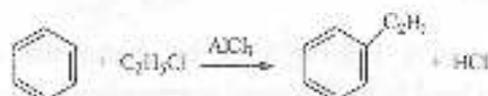


metioranjin

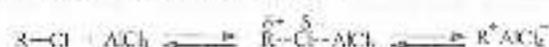
### Alkillash

Aromatik yadroni alkillash ham elektrofil almashinish reaksiyasi bo'lib, bu reaksiya aromatik birikmalarga kislotali katalizatorlar ishtirokida alkilgalogenidlar, spirtlar, olefinlar, oddiy va murakkab efirlar ta'sir ettirib olib boriladi.

Aromatik birikmalarni alkilgalogenidlar bilan alyuminiy xlorid ishtirokida alkillash 1871-yilda Fridel va Krafftslar tomonidan ochildigan bo'lib, bu reaksiya Fridel-Kraffts bo'yicha alkillash reaksiyasi deb ataladi:



Reaksiyada elektrofil zaracha alkilgalogenid va katalizatorning o'zaro ta'siridan quyidagicha hosil bo'ladi:



Bunda ion juftlari hosil bo'ladi va ularning hosil bo'lishi birlamchi alkil galogenidlardan uchlamchi alkil-galogenidlar tomon usonlashib boradi. Erkin karbokationlar hosil bo'lmaydi, chunki reaksiyalar olib borilayotgan sharoitda critmada sezilarli elektr o'tkazuvchanlik kuzatilmaydi. Erkin karbokationlarning hosil bo'lmasligi yana shu bilan tasdiqlanadiki, R-Cl, R-Br va R-I bilan  $\text{AlCl}_3$  ishtirokida toluolni alkillash natijasida alkiltoluolalar aralashmasi turli izomer tarkibda hosil bo'ladi. Reaksiya erkin karbokation hosil bo'lish bilan borganida alkiltoluolarning izomer tarkibi bir xil bo'lgan bo'lar edi. Demak, bu reaksiyalarda alkilgalogenid tarkibidagi galogen atomi mahsulot izomer tarkibiga o'z ta'sirini ko'rsatayotgani shubhasizdir. Galogenalkillar tarkibidagi galogen atomining Lyuis kislotasi bilan ta'sirlashish xususiyati galogenning qutblanuvchanligi ortishi bilan kamayadi. Masalan, metilbromid  $\text{AlBr}_3$  ishtirokida toluol bilan metilyodidga nisbatan 200-marta tez reaksiyaga kirishadi. Shuning uchun alkilyodidlar Fridel-Kraffts reaksiyasida ishlatilmaydi. Katalizatorlarning fuolligi esa quyidagi qatorda kamayib boradi:

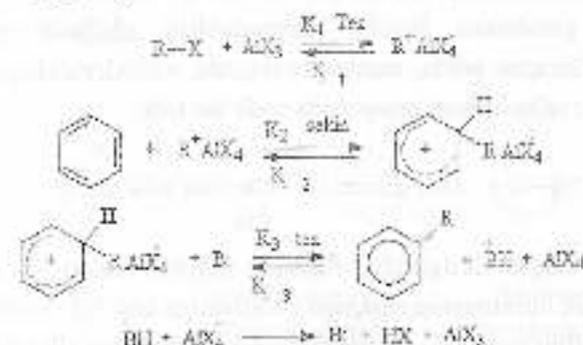
$\text{AlBr}_3 > \text{AlCl}_3 > \text{LaBr}_3 > \text{LaCl}_3 > \text{FeCl}_3 > \text{SbCl}_5 > \text{SnCl}_4 > \text{BF}_3 > \text{TiCl}_4 > \text{ZnCl}_2$   
Proton katalizatorlarning fuolligi esa quyidagi qatorda kamayadi:



Aromatik birikmalarni Fridel-Kraffts reaksiyasi bo'yicha alkillashda arenning konsentratsiyasi tezlik tenglamasiga kiradi:

$$v = k[\text{ArH}][\text{RX}][\text{kat}]$$

Alkil galogenid va katalizator avval tez va qaytar reaksiyada haqiqiy reagentni hosil qiladi. Bu reagent keyin aren bilan sekin reaksiyaga kirishadi. Alkillash reaksiyalarida birlamchi kinetik izotop effekti kuzatilmaydi. Shuning uchun reaksiya tezligini belgilovchi bosqich sifatida  $\sigma$ -kompleks hosil bo'lish bosqichi qabul qilinadi. Yuqorida aytilganlarni quyidagi sxemalar bilan ko'rsatish mumkin:

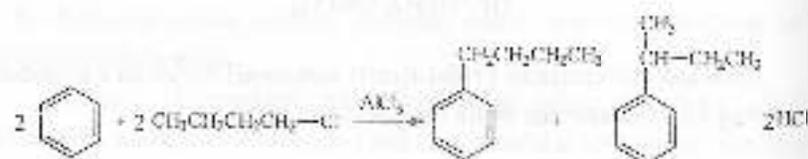


Reaksiyaning umumiy tezligi ion jufti hosil bo'lish tezligi bilan  $\sigma$ -kompleks hosil bo'lish tezligiga bog'liq bo'ladi:

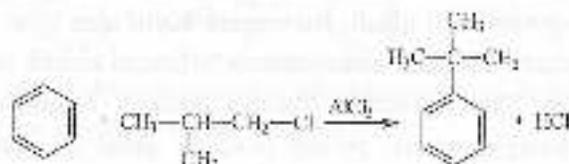
$$K_{\text{um}} = K_{\text{umr}} \cdot K_2 \quad \text{yoki} \quad K_{\text{umr}} = \frac{K_1}{K_2}$$

Yuqori reaksiya qobiliyat u reaksiyaning ham, bu reaksiyaning ham natijasi bo'lishi mumkin. Oraliq mahsulotlar sifatida karbokationlar hosil bo'lganligi uchun birlamchi alkil galogenidlar bilan alkillash reaksiyalarida ikkilamchi-alkil mahsulotlar ham hosil bo'ladi. Masalan,

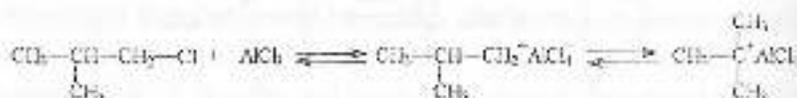
benzolni 0°C da AlCl<sub>3</sub> ishtirokida n-butixlorid bilan alkillanganda birlamchi- va ikkilamchi-butilbenzollar aralashmasi hosil bo'ladi:



Agar reaksiyaga izobutixlorid o'lnsa mahsulot sifatida faqat uchlamchi-butilbenzol hosil bo'ladi:



Alkil guruhining bunday izomerlanishi alkilash reaksiyasiga bog'liq bo'lmagan holda, mustaqil ravishda, alkilxloridning katalizatori bilan o'zaro ta'sirlashish bosqichida sodir bo'ladi:



Izomerlangan alkilguruhli mahsulot miqdori reaksiyaga kiritilayotgan aromatik birikmaning reaksiya qobiliyatiga bog'liq. Aromatik birikmaning faolligi qanchalik yuqori bo'lsa, izomerlangan alkilguruhli mahsulotning miqdori shunchalik kam bo'ladi. Agar aromatik birikmaning reaksiya qobiliyati qanchalik past bo'lsa, izomerlangan alkilguruhli mahsulot miqdori shunchalik ko'p bo'ladi. Bunga sabab, faolligi kam bo'lgan aromatik birikma bilan reaksiyaga kirishguncha alkil-karbokation izomerlanishga ulguradi.

Alkilash reaksiyasining yana bir o'ziga xos tomoni shundaki, u qaytar reaksiyadir:



To'g'ri reaksiya ham, teskari reaksiya ham, alkil-karbokationning turg'unligi ortishi bilan tezlashadi va alkil guruhining tabiatiga qarab quyidagi qatorda osonlashib boradi:

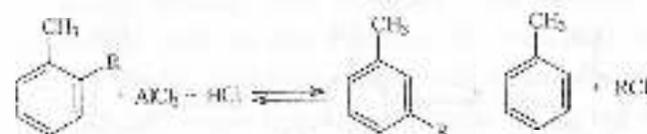
metil < boshqa birlamchi-alkil < izopropil < uchlamchi-butil

Teskari reaksiya bo'yicha alkilguruhning ko'chishi ikki xil ko'rinishda sodir bo'lishi mumkin:

1) ichkimolekulyar ko'chish

2) molekullararo ko'chish

Metilguruh faqat yoki asosan ichkimolekulyar ravishda ko'chadi. Boshqa birlamchi-alkil guruhlari esa qisman yoki to'liq molekullararo mexanizm bo'yicha ko'chadi. Quyida alkilolullardagi alkilguruhlarining ichkimolekulyar va molekullararo ko'chishlarining sxemasi va ulushlari keltirilgan:

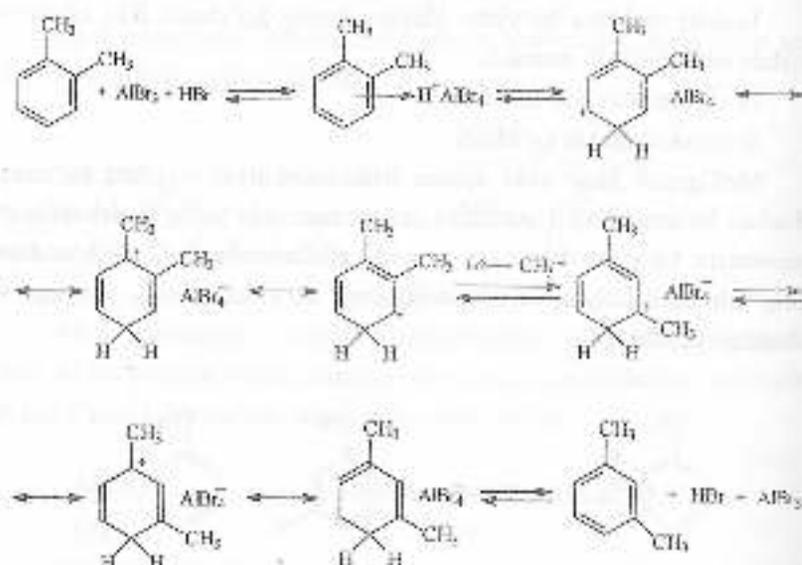


Alkil guruh	Ichkimolekulyar ko'chish ulushi, %	Molekullararo ko'chish ulushi, %
CH <sub>3</sub> -	100	0
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -	84	16
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH-	14	86
(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> C-	0	100

Shunday qilib, alkilashga teskari bo'lgan reaksiya dealkilash va izomerlanish bo'lishi mumkin. Bu reaksiyalarni amalga oshirish uchun Fridel-Krafts katalizatori (AlCl<sub>3</sub>, BF<sub>3</sub> va b.) hamda proton donori

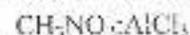
bo'lgan qo'shimcha katalizator ( $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $HF$ ,  $HBr$  va b.) alkilaromatik birikmaga ta'sir ettirilishi kerak.

Izomerlanish va dealkillash reaksiyalarining mexanizmlari bir-biridan farq qiladi. Ichkimolekulyar izomerlanishi, odatda, 1,2-siljish orqali sodir bo'ladi, bu siljish esa hosil bo'lgan oraliq  $\sigma$ -kompleksning isomerlanishi va harqarorlashuvi orqali amalga oshadi. Masalan, *o*-ksilolning *m*-ksilolga izomerlanishi quyidagi sxema bilan ko'rsatilishi mumkin:



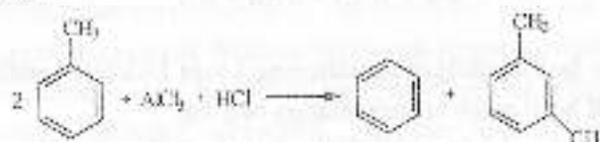
Yuqoridagi sxemadan ko'rinib turibdiki, *o*-ksilolga orientatsiya qoidasiga muvofiq birikkan proton hosil qilgan  $\sigma$ -kompleks benzol yadrosidagi metil guruhlari *m*-holatda bo'lganda qurardiroq bo'ladi. Shuning uchun *o*- yoki *p*-ksilollar ekvimolekulyar miqdordagi  $AlBr_3$  va  $HBr$  ta'siri ostida batamom *m*-ksilolga aylanadi. Yuqoridagi sxemani *p*-ksilolning *m*-ksilolga aylanishi uchun ham yozish mumkin.

Izomerlanishning oldini olish uchun kuchsizroq katalizatorlar, masalan  $SnCl_4$  ishlatiladi yoki reaksiya katalizatorning faolligini kamaytiruvchi erituvchida, masalan nitrometanda olib boriladi:



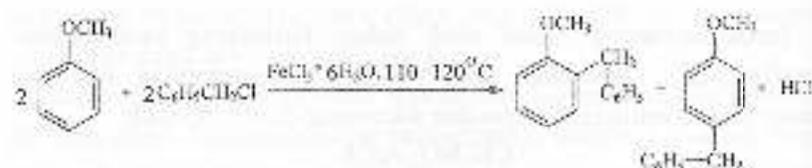
Yuqorida sxemasi keltirilgan izomerlanish reaksiyalarini qayta alkilash reaksiyasi deb ham atash mumkin. Alkil guruhlarning bir yadrodan batamom chiqib ketishi, ikkinchisiga bir nechta alkil guruhning kirishi disproporsiyalanish deb ataladi.

Masalan:

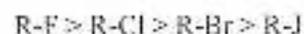


Bu reaksiyalar uchun ko'p miqdordagi katalizatorlar talab qilinadi. Ular izomerlanish reaksiyalariga nisbatan sekin ketadi.

Alkilash natijasida hosil bo'lgan alkilbenzolning asosligi, elektrofil reaksiyalarga kirishish qobiliyati katta bo'lganligi uchun dastlabki aromatik birikmaga nisbatan oson alkillanadi. Shu sababdan di- va polialkil-mahsulotlar hosil bo'lishi mumkin. Bu belgi ham alkilash reaksiyasi uchun xosdir. Reaksiyaga kirishuvchi birikmalar (aromatik birikma va galoidalkil) yuqori reaksiya qobiliyatiga ega bo'lsa, alkilash reaksiyasi uchun juda katta miqdordagi katalizator, hatto Lyuis kislotalari kristallogidratlarining kam miqdori ham etarli bo'ladi. Masalan, *m*-ksilol, mezitilen, fenollar va ularning efirlari bilan uchlamchi galoidalkillar, benzilgalogenidlar, galoidsikloalkanlarning reaksiyalari  $10^{-3}$ - $10^{-4}$  mol  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  katalizatori ishtirokida ma'lum temperatura da juda tez (10-20 minut) va yuqori unum bilan (80-90%) ketadi. O'zbekiston Milliy universiteti olinlari tomonidan ishlab chiqilgan bu usul anizolni benzillash misolida quyidagicha ko'rsatilishi mumkin:

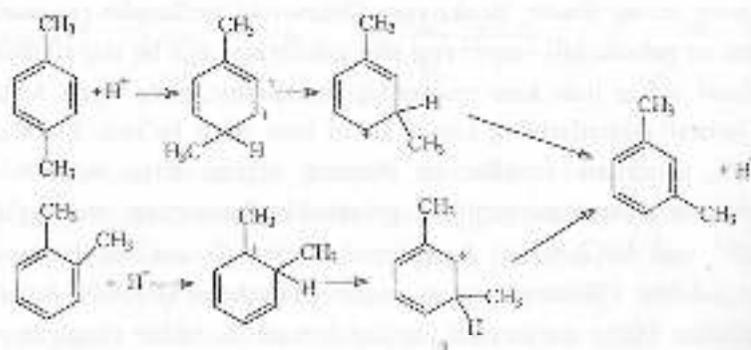


Alkilgalogenidlar bilan alkillashda ularning faolligi quyidagi qator-da kamayib boradi:



Bunday faollik alkilgalogenidlarning Lyuis kislotasi katalizatorlari bilan ion juft hosil qilish xususiyatlariga bog'liq.

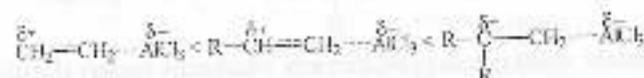
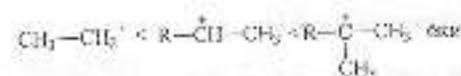
Yana shuni aytish kerakki, alkilash mahsulotlarining izomerlanish, disproporsiyalanish va dealkilash reaksiyalari protonning aromatik yadroga orientatsiya qoidasiga muvofiq ravishdagina emas, balki alkilguruh turgan joyga boradigan hujum bilan ("ipso"-hujum) ham boshlanishi mumkin. Masalan, yuqorida keltirilgan o- yoki p-ksilollarning izomerlanishi "ipso"-hujum bilan quyidagicha sodir bo'ladi:



Aromatik birikmalarni olefinlar bilan alkillashda ularning faolligi quyidagi qatorda ortib boradi:



chunki aynan shu qatorda ularning katalizatorlar bilan hosil bo'ladigan karbokationlarning qarardiligi ortib boradi:



Shunday qilib, aromatik birikmalarni olefinlar bilan alkillashda dastlab olefinlardan katalizatorlar ta'siri ostida ion yoki ion jufti hosil bo'ladi, keyin u aromatik birikma bilan reaksiyaga kirishib alkilash mahsulotini hosil qiladi. Bu yerda ham katalizatorlar sifatida proton yoki aproton kislotalar ishlatiladi. Aproton kislotalar ishlatilganda ko'pincha sokatalizatorlar (FeCl<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O va h.k.) qo'shiladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, olefinlar bilan alkillashda ularning izomerlanishi, polimerlanishi hamda, katalizator sifatida sulfat kislotalar ishlatilganda esa, aromatik birikmaning sulfolanishi kabi qo'shimcha reaksiyalar sodir bo'ladi.

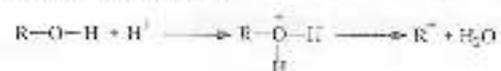
Alkandagi metilen zanjiri qanchalik uzun bo'lsa, alkilash natijasidagi izomerlar soni shuncha ko'p bo'ladi.

Shunga qaramasdan, olefinlar bilan alkilash reaksiyasi muhim sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan reaksiya bo'lib, etilbenzol, izopropilbenzol kabi moddalar olishda qo'llaniladi.

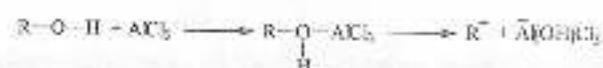
Aromatik birikmalarni spirtlar bilan alkillanganda ham kislotali katalizatorlar qo'llaniladi. Ko'pincha fosfat, florid kislotalar, alyuminiy klorid, borfluorid, sulfat kislotasi, polimer sulfo-katalizator KU-2, fosfat anhidridi, alyuminiy oksidi va boshqalar ishlatiladi. Alkilash reaksiyalarida spirtlarning faolligi birlamchi spirtlardan uchlama spirtlarga tomon ortib boradi. Bunga sabab, spirtlardan katalizator ta'siri ostida hosil bo'ladigan karbokationlarning turg'unligi ham shu qatorda ortib boradi.

Spirtlardan karbokationlarning hosil bo'lish sxemasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:

Proton katalizator ishtirokida:



Aproton katalizator ishtirokida:

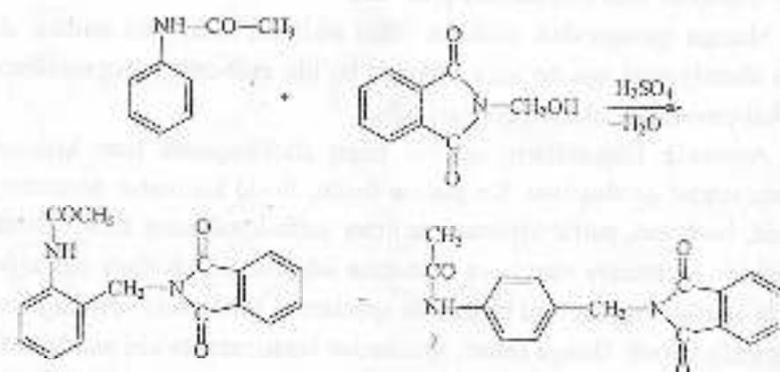


Birlamchi spirtlar oxirgi reaksiyada alkoksialyuminiyxlordlar hosil qiladi (I.P.Sukervanik).



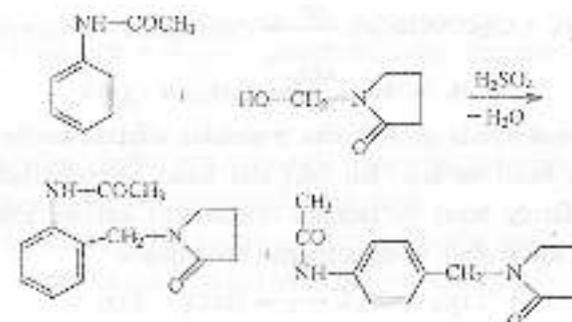
Ular situ shaklda yoki ajralib chiqayotgan HCl bilan ta'sirlashgandan so'ng aromatik birikma bilan reaksiyaga kirishishi mumkin. Birlamchi spirtlar reaksiyaga kirishganda ikkilamchi alkilmahsulotlar ham hosil bo'ladi. Demak, oraliq mahsulot sifatida hosil bo'lgan birlamchi karbokation ikkilamchi karbokationga izomerlanishi yoki olefinga aylanishi ham mumkin.

Aromatik halqani alkilashda ishlatilgan o'ziga xos spirt N-metilolftalimiddir. Bu birikma bilan 99,5% li sulfat kislota ishtirokida atsetanilid xona haroratida oson alkillanadi:



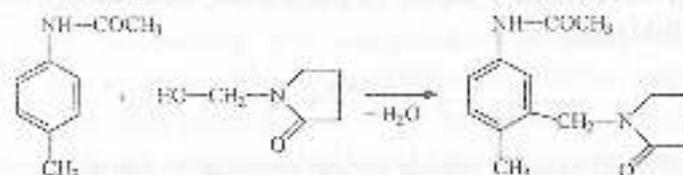
4% li oleum katalizatorligida yuqoridagi mahsulotlardan tashqari 2,4-di-N-ftalimidilmetilatsetanilid hosil bo'ladi. Alkillovchi spirt sifatida N-metilolpirrolidon olinib reaksiya xona haroratida konsentrlan-

gan sulfat kislota ishtirokida o'tkazilsa selektiv reaksiya ketib 4-(atsetilamino)benzil-N-pirrolidon) hosil bo'ladi. Reaksiya harorati 70°S bo'lganda esa 2- va 4-almashtirish mahsulotlarining aralashmasi hosil bo'ladi:

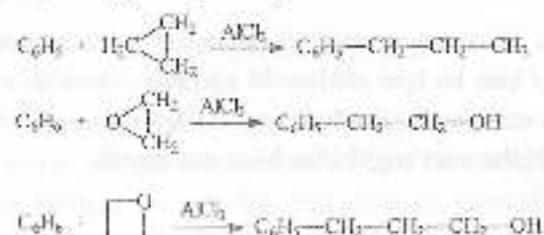


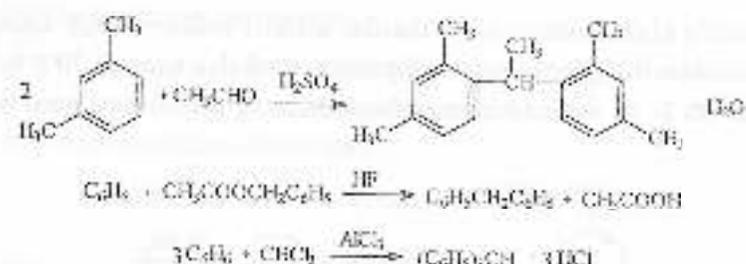
N-metilolvalerio- va kaprolaktamlar bilan alkilash reaksiyalari ham shu yo'sinda boradi.

p-Metilatsetanilid halqasida reagent va halqadagi o'rinbosarning hajmi ta'sirida reaksiya metil guruhining yoniga ketadi:



Aromatik birikmalarni, yuqorida ta'kidlanganidek, oddiy va murakkab efirler, kichik halqali sikloalkantar va geterotsiklik birikmalar, poligaloid birikmalar, aldegid yoki ketonlar bilan ham alkilash mumkin. Misol tariqasida quyidagi reaksiya sxemalarini keltiramiz:





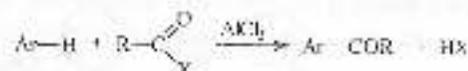
Oxirgi reaksiyada qo'shimcha mahsulot sifatida ancha miqdorda difenilmetan hosil bo'ladi. Bu fakt shu bilan tushuntiriladiki, oraliq mahsulot sifatida hosil bo'ladigan dixlorometil kationi xloroformdan gidrid ionini tortib oladi va dixlorometan hosil qiladi:



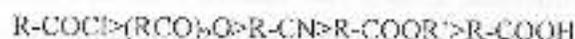
Dixlorometan ta'sirida benzol difenilmetanaga aylanadi.

#### Atsillash

Aromatik birikmalarni Fridel-Krafts reaksiyasi bo'yicha atsillash alkilash reaksiyasiga o'xshash bo'lib, umumiy sxemada quyidagicha ko'rsatilishi mumkin:

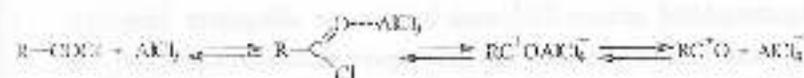


Atsillovchi agentlar sifatida karbon kislotalar va ularning hosilafarixlorangidridlar, murakkab efirlar, angidridlar, nitrillar qo'llaniladi. Ularning faolligi quyidagi qatorida kamayib boradi:



Aromatik birikmaning faolligi qanchalik katta bo'lsa, uni atsillashga faolligi kam bo'lgan atsillovchi agentlar - masalan karbon kislotalar ishlatib atsillanadi. Faolligi kam bo'lgan aromatik birikmalarni galogenangidridlar yoki angidridlar bilan atsillanadi.

Galogenangidridlar bilan atsillash ularning Lyuis kislotasi katalizatori bilan kompleks hosil qilishidan boshlanadi va bu kompleks ion juftlariga aylanishi mumkin:



Bu muvozanat qutbli erituvchilarda o'ng tomonga siljiydi, shuning uchun reaksiya bunday erituvchilarda tezlashadi.

Turli xil galogen atomi tugan galogenangidridlar atsillash reaksiyasida turli xil faollikka ega va u quyidagi qatorida kamayib boradi:



Bu qator alkilash reaksiyasida ishlatiladigan turli galogen atomi tugan alkilgalogenidlarning faollik qatoriga teskaridir.

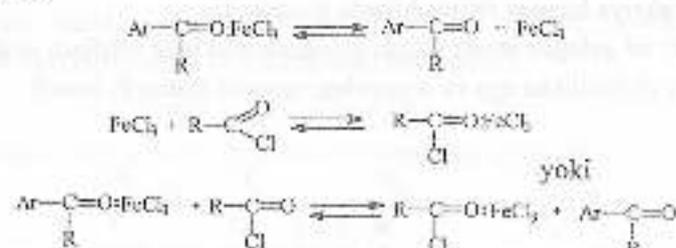
Atsillash reaksiyasidagi galogenangidridlarning bunday faolligini ularning Lyuis kislotalari bilan hosil qiladigan komplekslari galoid atomi bilan emas, balki kislorod atomi orqali ketishi bilan tushuntirilishi mumkin. Ma'lumki, turli xil galoid atomi tutuvchi galogenangidridlardagi kislorod atomining asosiligi va AlCl<sub>3</sub> bilan kompleks hosil qilish qobiliyati ularning yuqorida keltirilgan qatorida ortib boradi, chunki shu qatorida galogen atomining elektromanfiyligi kamayib boradi.

Atsillash reaksiyasining tezligi uchinchi tartibli kinetik tenglamaga bo'ysunadi:

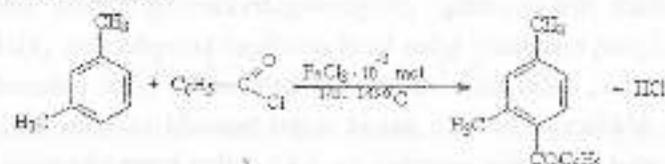
$$v = k[\text{Ar-H}][\text{R-COX}][\text{AlX}_3]$$

Reaksiyaning mexanizmi elektrofil almashinish mexanizmi bo'lib, tezlikni belgilovchi bosqich  $\pi$ -kompleks hosil bo'lish bosqichidir. Reaksiya mahsuloti bo'lgan keton tarkibidagi karbonil guruhining kislorod atomi katta asosilikka ega bo'lgani uchun, katalizator AlCl<sub>3</sub> unga mus-

tabtkam bog'lanib qoladi. Shuning uchun atsillashda ishlatiladigan katalizatorning miqdori 1-1,5 mol yoki undan ortiq bo'ladi. Agar katalizator sifatida  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$  lar olinib, reaksiya yuqori haroratda olib borilsa (150-200°C) uning miqdorini keskin kamaytirish mumkin va 1 mol galogenangidrid uchun  $10^{-3}$  mol katalizator olinganda ham reaksiya yuqori unum bilan ketadi. Bunga sabab, reaksiya mahsuloti bo'lgan keton bilan kompleksga bog'langan katalizator yuqori haroratda ajralib chiqadi va galogenangidrid bilan bog'lanadi va reaksiyani yangidan boshlaydi:



Masalan, m-ksilolni shu usulda benzoillash quyidagi sxema bilan ko'rsatilishi mumkin:



Atsillashning bu usuli, xuddi alkillashdagi kabi, O'zbekiston Milliy universitetining olimlari tomonidan topilgan bo'lib, ilmiy va o'quv laboratoriyalarida muvaffaqiyat bilan qo'llanib kelmoqda.

Atsillash reaksiyalarida atsillovchi agent atsilgalogenidning katalizator bilan hosil qilgan kompleksi (ion juftlari) bo'lib, erkin atsil kationi hosil bo'lmaydi. Shuning uchun turli galogen atomi tutgan galogenangidridlar bilan atsillanganda mahsulotning izomer tarkibi bir xil bo'ladi. Masalan, toluolni atsetilflorid, atsetilxlorid, atsetilbromid, atsetilyodid va sirka angidridlari bilan  $\text{AlCl}_3$  ishtirokida atsillanganda

barcha reaksiyalarda 1% o-, 1% m- va 98% p-metilatsetofenon hosil bo'ladi. Bu natijaga ikkita sababni ko'rsatish mumkin:

1-sabab: atsillovchi ion juftining hajmi katta bo'lgani uchun reaksiya deyarli p-holatga boradi.

2-sabab: atsillovchi ion jufti tarkibiga kiruvchi atsil kationining reaksiya qobiliyati past, shuning uchun bu kation asosan p-holatga boradi.

Atsil kationi ichki mezomeriya tufayli barqarorlashadi va natijada reaksiyaga yuqori selektivlik bilan kirishadi:

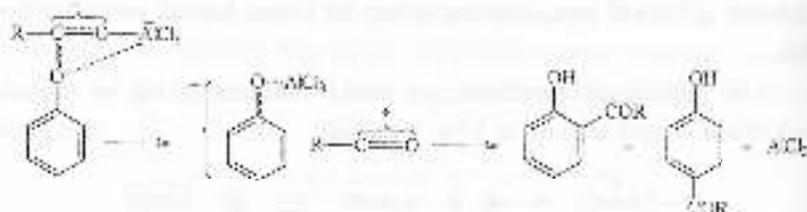


Masalan, atsetilashda toluol benzolga nisbatan 128-marta tez reaksiyaga kirishadi va 97% p-atsetiltoluol hosil bo'ladi. Toluol benzoilxlorid bilan  $\text{AlCl}_3$  ishtirokida benzoillanganda benzolga nisbatan 117-marta tez reaksiyaga kirishib 90% p-benzoiltoluol hosil qiladi. m-Ksilol esa benzolga qaraganda 3940-marta tez benzoillanadi. Bu reaksiya xlorbenzol bilan o'tkazilganda uning keskin sekinlashishi va benzolga nisbatan 100-marta sekin benzoillanishi kuzatilgan. Reaksiya mahsuloti bo'lgan atsilaromatik birikmadagi atsilguruh elektronakseptor guruh bo'lgani uchun u ikkinchi atsil guruhining kirishini (diatsillanishni) qiyinlashtiradi va oddiy sharoitda reaksiya monoatsil mahsulot hosil bo'lishida to'xtaydi.

Shunday qilib, atsillashning quyidagi o'ziga xos xususiyatlari mavjud:

- 1) Aromatik yadroni atsillash reaksiyasi qaytmasdir;
- 2) Atsilguruh elektronakseptor guruh bo'lgani uchun uning kiritilishi aromatik birikmaning reaksiya qobiliyatini passaytiradi, shuning uchun diatsilmahsulot oddiy sharoitda hosil bo'lmaydi. Atsil-mahsulotning izomerlanishi, disproporsiyalanishi sodir bo'lmaydi;
- 3) Atsillovchi reagent-zarrachaning elektrofil reaksiya qobiliyati past bo'lganligi uchun uning selektivligi yuqoridir.

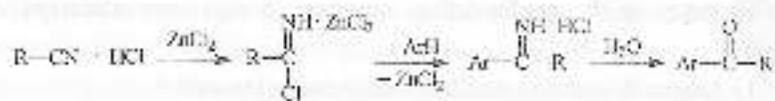
Atsillash reaksiyalarida fenollarning murakkab efirlari ham ishlatilishi mumkin. Spiritlarning murakkab efirlari esa alkilovchi reagentlardir. Fenollarning murakkab efirlari  $AlCl_3$  ta'sirida atsil-kislurud bog'i bo'yicha parchalanadi va barqaror fenolat ionining hosil bo'lishiga sabab bo'ladi:



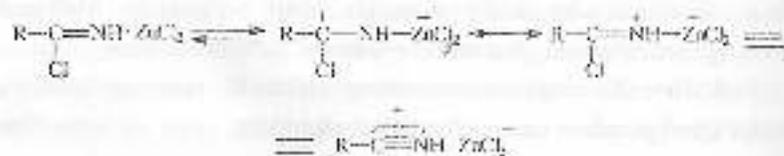
Hosil bo'lgan atsil kationi orientatsiya qoidasiga muvofiq, fenol yadrosini atsillashi mumkin. Natijada o- va p-atsilfenollar hosil bo'ladi. Bu reaksiya "Fris qayta gurahlanishi" deb atalgan reaksiyadir. Murakkab efirning tuzilishiga, reaksiya sharoitiga qarab bu reaksiya ichkimo-lekulyar yoki molekullararo mezanzizm bo'yicha borishi mumkin.

Bu reaksiya organik sintezda va polimer moddalarning murg'unligini oshirishda ishlatiladigan aromatik oksiketonlar olishda katta ahamiyatga ega.

Aromatik birikmalarni alkilsianidlar (nitrillar) bilan ham atsillash mumkin. Bu reaksiya Guben-Xesh reaksiyasi deb ataladi va u quyidagi sxema bo'yicha kechadi:

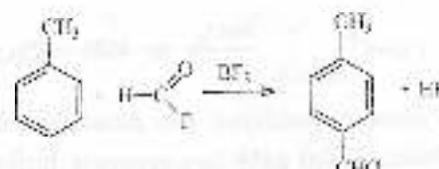


Reaksiyaning oraliq bosqichlarida kislota xlorangidridlaridagidek ion juftlari hosil bo'ladi deb hisoblanadi:



Bu ion juftlarining reaksiya qobiliyati xlorangidridamlikidan past bo'lganligi sababli nitrillar bilan yuqori faollikka ega bo'lgan aromatik birikmalar (fenollar va ularning efirlari) yaxshi reaksiyaga kirishadi.

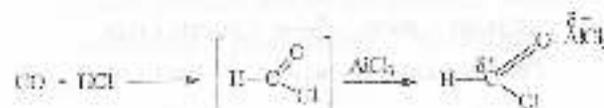
Chumoli kislotasining galogenangidridlaridan uning fluorangidridi - formilfloridgina erkin holda ma'lum, shuning uchun uning yordamida va  $BF_3$  katalizatori ishtirokida benzol gomologlarini formulash mumkin:



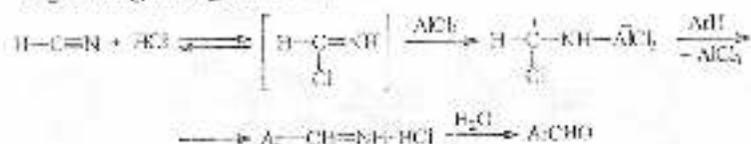
Chumoli kislotaning xlorangidridi erkin holda mavjud emasligi sababli formulash reaksiyasi uchun  $AlCl_3$  ishtirokida is gazni bilan vedorodxlorid aralashmasi reaksiyaga kiritiladi:



Bu reaksiya Gatterman-Kox reaksiyasi deb ataladi va u benzol gomologlarini formulashda qo'llaniladi. Reaksiya mohaynida oraliq mahsulot sifatida formilxlorid hosil bo'ladi deb hisoblanadi:

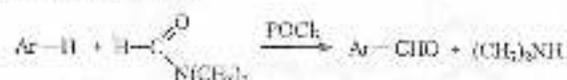


Is gazning o'rniga HCN ishlatib formulash ham mumkin:



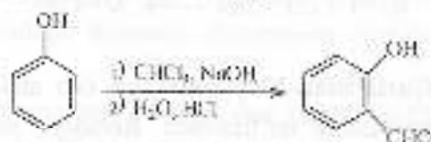
Formillash reaksiyasining bu varianti Gutterman reaksiyasi deb ataladi. Reaksiyada HCN o'rniga  $Zn(CN)_2$  ham qo'llanilishi mumkin (Adams). Bu reaksiyada formillovchi oraliq zarrachaning reaksiya qobiliyati past bo'lganligi sababli u faol aromatik birikmalar (fenollar va ularning efirlari)ni formillashda qo'llaniladi.

Kuchsiz formillovchi reagent sifatida  $POCl_3$  katalizatori ishlatilganda dimetilformamid ishlatiladi:

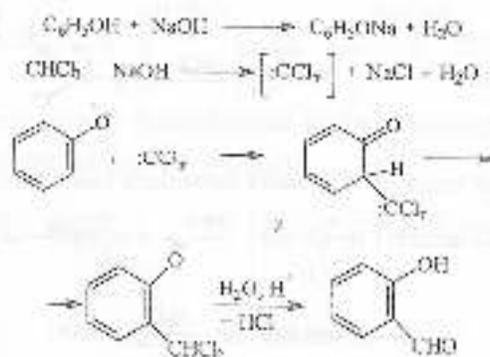


Bu reaksiya Vilsmyer reaksiyasi deb ataladi va unda diazobenilin, fenol va uning efirlari, tiolen kabi faol aromatik birikmalargina reaksiyaga kirishadi.

Fenollarni ishqoriy sharoitda xloroform bilan ham formillash mumkin (Reimer-Timan reaksiyasi). Bu reaksiyada elektrofil reagent bo'lib xloroform va ishqorning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladigan dixlorkarben  $:CCl_2$  molekulasini reaksiyaga kirishadi:



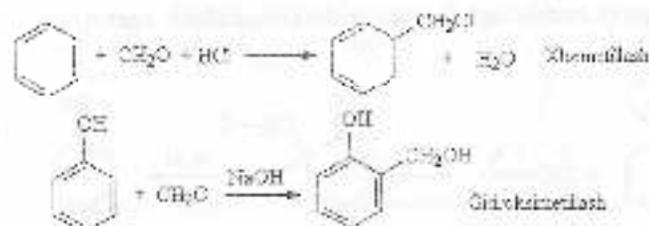
Reaksiyaning borishini quyidagi sxema bilan ko'rsatish mumkin:



Dixlorkarben molekulasining markaziy atomi - uglerod atrofida staonus, balki 6ta elektron bo'lganligidan u elektrofil xossaga ega.

### Xlormetillash va gidroksimetillash

Aromatik yadrodagi vodorodni formaldegid ta'sirida kislotali muhitda xlorometil  $-CH_2Cl$ , ishqoriy muhitda gidroksimetil  $-CH_2OH$  guruhga almashirish mumkin:

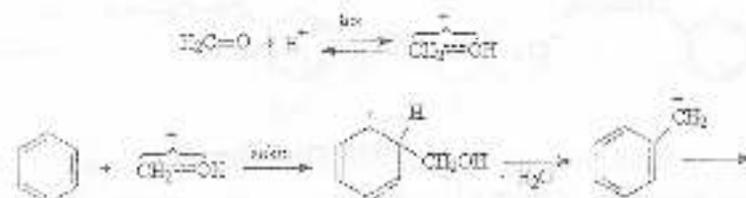


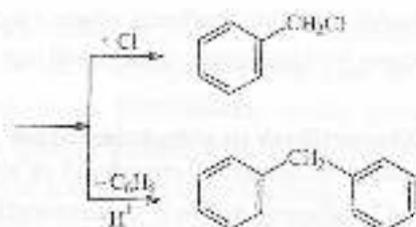
Kislotali muhitda umumiy aldegid benzol, benzol gomologlari, xlorbenzol kabi aromatik birikmalar bilan reaksiyaga kirishadi, chunki uning reaksiya qobiliyati gidroksimetil kationining hosil bo'lishi hisobiga ortadi:



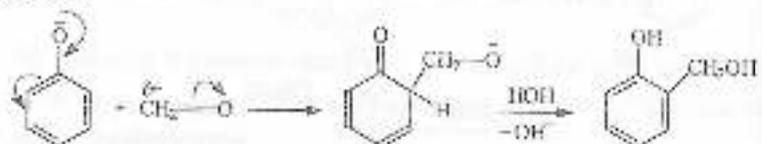
Ishqoriy muhitda esa umumiy aldegidning faolligi karbonil guruh uglerod atomidagi qisman muqbat zaryad bilan ifodalanadi, xolos. Shuning uchun gidroksimetillash reaksiyasiga faol aromatik birikmalar (fenollar va aromatik aminlar) reaksiyaga kirishadi, xolos.

Kislotali muhitdagi reaksiyaning mexanizmini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



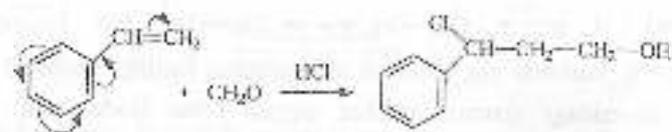


Ishqoriy muhitdagi fenolni gidroksimetillash reaksiyasi quyidagicha ketadi:

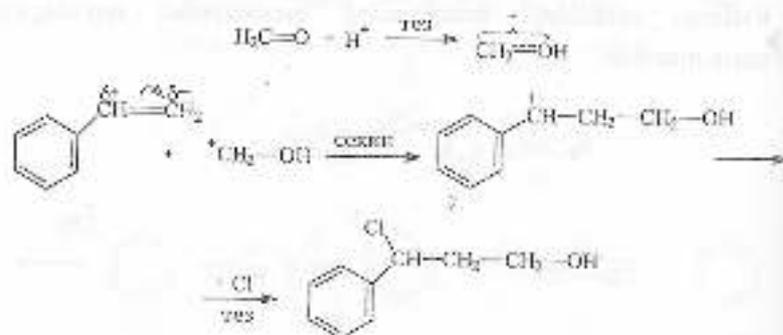


Xuddi shunday sxemada reaksiya p-holatga ham ketadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, agar aromatik birikmaning yon zanjirida to'yinmagan guruhlar, masalan vinil guruhi bo'lsa, ular xlorometillash reaksiyasini qiyinlashtiribgina qolmay, reaksiya yo'nalishini ham o'zgartirib yuboradi:



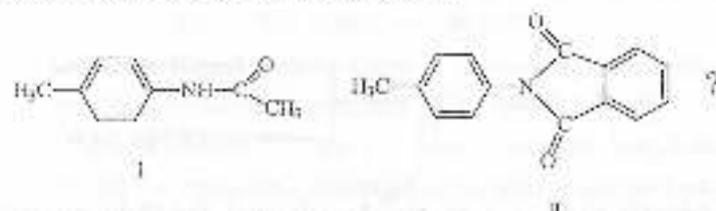
Reaksiyaning mexanizmini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Shu sababdan stirolni bu sharoitda yadroga (masalan, p-holatga) xlorometillab bo'lmaydi.

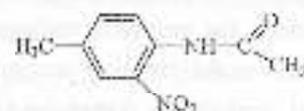
### Misollar

1. Formulalari quyida keltirilgan birikmalarni nitrolanganda reaksiyaning asosiy yo'nalishi qanday o'zgaradi?

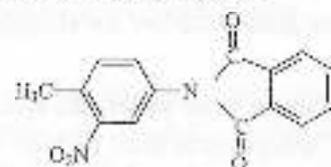


2. Reaksiya yo'nalishiga ftalimid yadrosiga o'rinbosarlar kiritilishi qanday ta'sir ko'rsatadi?

**Yechish:** I Formuladagi modda - 4-metilatsetafilidida aminoguruhning +M ta'siri karbonil guruh ta'sirida kamaygan. Shunga qaramasdan u nitro-guruhni atsetamino-guruhga nisbatan o-holatga yo'naldiradi:



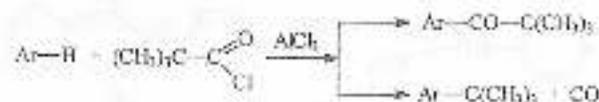
II formuladagi birikma - N-p-tolilftalimidda 2ta karbonil guruh amino-guruhning -M ta'sirini keskin kamaytiradi. Bundan tashqari, ftalimid-guruhning fazoviy ta'siri ham katta. Shuning uchun nitro-guruh metil-guruhga nisbatan o-holatga yo'naladi:



Ftalimid yadrosiga +M ta'sir beruvchi guruhlar kiritilsa karbonil guruhning amino-guruhga ko'rsatadigan -M ta'siri kamayadi, natijada nitro-guruhning amino-guruhga nisbatan o-holatga borish ehtimolligi

ortadi. Ftalimid yadrosiga -M ta'sir ko'rsatuvchi guruhlari kiritilsa bu ehtimollik keskin kamayadi.

2. *Aromatik birikmalarning pivaloil xlorid (uchmetilsirka kislota-sining xlorangidridi) bilan  $AlCl_3$  ishtirokidagi reaksiyasi natijasida tegishli keton hosil bo'lishi bilan aromatik birikmaning alkilunish mahsuloti ham hosil bo'ladi:*



Aromatik yadroga turli o'rinbosarlarning kiritilishi bu jarayon-larning nisbiy tezligiga qanday ta'sir qiladi?

**Yechish.** Alkillash mahsulotining hosil bo'lishi quyidagi jarayon natijasida amalga oshadi:



Bu jarayonning borishi aromatik birikmaning tabiatiga bog'liq emas. Atsillash reaksiyasida esa aromatik yadroga elektrondonor o'rin-bosarlar kiritilishi atsillash reaksiyasining mahsuloti unumini oshirishi kerak. Masalan, benzol reaksiyaga kirishganda faqat uchlamchibu-tilbenzol hosil bo'ladi, anizol esa tegishli ketonni hosil qiladi. Toluol bunda oraliq holatni egallaydi, ya'ni ikkala mahsulot ham hosil bo'ladi.

3. *Nima uchun aromatik birikmalar konsentrlangan nitrat kislota bilan nitrolanganda konsentrlangan sulfat kislota qo'shish reaksiya tezligini oshiradi, nitrat kislota tuzlari qo'shilganda esa tezlik keskin kamayadi?*

**Yechish.** Konsentrlangan nitrat kislotadan asosiy elektrofil zarracha - nitroniy kationi  $-NO_2^+$  quyidagicha hosil bo'ladi:

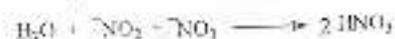


Bu aralashmaga konsentrlangan sulfat kislota qo'shilsa, suvning bog'lanishi hisobiga muvozanat o'ngga siljiydi:



Natijada  $NO_2^+$  - nitroniy ionining konsentratsiyasi ortadi, reaksiya tezlashadi.

Aralashmaga nitrat kislota tuzlari, masalan, natriy nitrat qo'shilsa,  $NO_2^+$  ionni  $NO_2^-$  ionini bog'lab, muvozanatni chapga siljitadi:

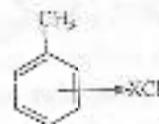


Natijada aralashmada  $NO_2^+$  - nitroniy kationining konsentratsiyasi keskin kamayib, nitrolash ham sekinlashadi.

4. *HCl toluol bilan  $-78^\circ C$  da 1:1 tarkibli rangsiz kompleks hosil qiladi. Agar HCl o'rniga DCl ishlatilsa vodorodning deyteriyga almashinishi sodir bo'lmaydi va erima elektr tokini o'tkazmaydi. Hosil bo'lgan kompleks uchun qanday struktura taklif qilish mumkin?*

**Yechish.**

DCl ishlatilganda vodorodning deyteriyga almashinishi sodir bo'lmagligi shuni ko'rsatadiki, toluolning DCl bilan hosil qilgan kompleksida uglerod-deyteriy bog'i hosil bo'lmaydi. Shuning uchun rangsiz kompleksga quyidagi tuzilishni taklif qilish mumkin:



Bu yerda X=H,D

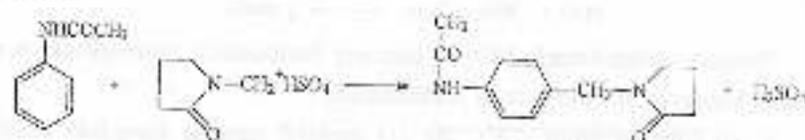
5. *Atsetanilidning N-metiloloktamlar bilan reaksiyasida xona haroratida faqat p-izomer, qizdirilganda esa o- va p-izomer mahsulotlar oralashmasi hosil bo'lishini tushuntiring.*

**Yechish.**

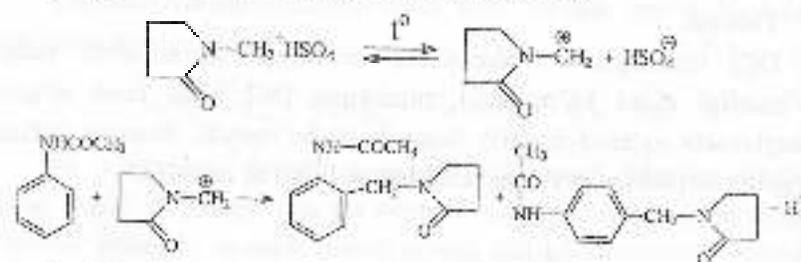
Ma'lumki, spirtlar bilan alkilash reaksiyalari proton yoki aprotan katalizatorlar ishtirokida olib boriladi. Sulfat kislota katalizatorligida boradigan elektrofil hosil bo'lish reaksiya sxemasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Past haroratda elektrofil shu ion jufti ko'rinishida atsetanilidga hujum qiladi. Uning hajmi katta bo'lganligi uchun reaksiya p-holatga boradi:

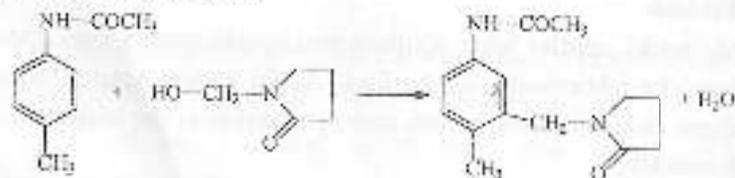


Reaksiya qizdirish bilan olib borilganda elektrofilning ion jufti erkin ionlarga ajraladi va uning hajmi kichraygani va reaksiya tezligi oshganligi uchun o-alkilnitratsirot ham hosil bo'ladi:



7. *p*-Metilacetanilidning *N*-metilpirrolidon bilan reaksiyasi natijasida *N*-(2-metil-5-atsetanilid)pirrolidon hosil bo'ladi. Bu natijani nitrolash reaksiyasi natijasi bilan taqqoslang.

**Yechish:** *p*-Metilacetanilidning *N*-metilpirrolidon bilan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  katalizatorligidagi reaksiyasi reagentning hajmi kattaligi tufayli metil guruhning yoniga boradi:



Bu reaksiya nitrolash reaksiyasi bilan taqqoslanganda shuni ko'rish mumkinki, nitrofash, asosan atsetanilid guruhining yoniga boradi, chunki nitroguruh fazoviy hajmi jihatidan *N*-pirrolidonimetil guruhidan kichikdir.

Demak bu reaksiyalar o'zlarining fazoviy ketishi bilan bir-biridan farq qiladi.

### 36. REAKSION QOBILYAT, SELEKTIVLIK VA AYRIM HOLLARDA ALMASHINISH. *p*- va *m*-IZOMERLARNING NISBATI

Ayrim elektrofil almashinish reaksiyalari misollarida ko'ridiki, elektrofil reagentdagi elektronlar defitsiti kam bo'lsa yoki uning kislotaliligi past bo'lsa reaksiyaga kirishayotgan arenning asosiligi muhim ahamiyatga ega. Boshqacha qilib aytganda, elektrofil reagentning reaksiya qobiliyati past bo'lsa, u faqat asosiligi katta bo'lgan, faol aromatik birikma bilan reaksiyaga kirisha oladi.

Agar reagent kuchli, lokalangan elektron defitsitiga ega bo'lsa, unga aromatik birikmaning asosiligi katta bo'lishi yoki undan elektrofil tomon elektronlarning uzatilishi kerak emas, chunki elektrofilning hujumi shunday ham amalga oshaveradi.

Masalan, molekulyar holdagi brom toluol bilan benzolga qaraganda 600-marta tez reaksiyaga kirishsa,  $\text{HO-Br} + \text{HBrO}_4$  aralashmasidan hosil bo'ladigan brom kationi  $\text{Br}^+$  36-marta tez reaksiyaga kirishadi, xolos. Bunday farqni shunday tushuntiriladiki, reaksiya qobiliyati katta bo'lgan (elektrofiligi, kislotaliligi kuchli bo'lgan) brom kationi  $\text{Br}^+$  benzol bilan toluolni kam farqlaydi. Farqlashga bo'lgan bunday xususiyat elektrofilning "selektivligi" deb ataladi. Bu xususiyat benzol yadrosi turli holatlaridagi reaksiya qobiliyatini aniqlashda ham muhim ahamiyatga ega. Uni "holat selektivligi" deb ataladi.

Agar reagentlar faol bo'lsa, elektrofil reagentning energiyasi katta bo'lsa, benzol yadrosida *o*- va *p*-holatga yo'naltiruvchi o'rinbosurlar

mavjud bo'lsa ham anchagina miqdorda m-holatga almashinish ketadi, m-Holatga yo'naltiruvchi o'rinbosar bo'lganda esa ancha miqdorda o- va p-holatlariga almashinish ketadi. Agar elektrofil reagent energiyasi kam bo'lsa, reaksiya qobiliyati past bo'lsa, faqat o- va p- yoki m-holatlarida almashinish bo'ladi, xolos (o-, p- va m- holatga yo'naltiruvchi o'rinbosarlar ta'siri ostida).

Shunday qilib, quyidagi qoida bu reaksiyalar uchun o'rindir: "Reagentlarning reaksiya qobiliyati qancha katta bo'lsa, uning selektivligi shuncha kichik bo'ladi va aksincha".

Selektivlikni miqdoriy jihatdan aniqlashda o-holatdagi almashinish hisobga olinmaydi, chunki o'rinbosarlarning fazoviy qarshiligi noto'g'ri xulosalarga olib kelishi mumkin. Elektrofil reagentning selektivlik o'lchovi p- va m-holatlardagi almashinish miqdorlarining nisbatiga, boshqacha qilib aytganda selektivlik faktori  $S_f$  ga teng:

$$S_f = \lg \frac{k(p, p')}{k(m, m')} = \lg \frac{p_f}{m_f}$$

bu yerda  $\lg p_f$ -tezlikning parsial faktori bo'lib p-holatda hosil bo'layotgan izomer foiz miqdorining o'rtali logarifmidir. Tezlik parsial faktorlarini p- va m-holatdagi o'rinbosarlarning Gammet tenglamasidagi  $\sigma$ -konstantalari orqali quyidagicha aniqlash mumkin:

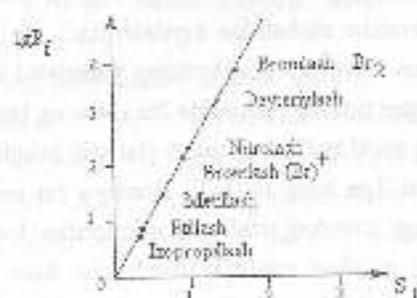
$$\lg p_f = \frac{\sigma_p}{\sigma_p + \sigma_m} S_f \quad ; \quad \lg m_f = \frac{\sigma_m}{\sigma_p + \sigma_m} S_f$$

Agar benzol va toluolning turli elektrofil almashinish reaksiyalari uchun nisbiy tezliklar, tezlikning parsial faktorlari va selektivlik faktorlari solishtirilsa, reagentning faolligi ortishi bilan uning selektivligining kamayishini va m-holatdagi almashinish mahsuloti nisbiy miqdorining ortishini ko'rish mumkin. Reaksiya qobiliyati past bo'lgan reagentlar, amalda, faqat o- va p-holatdagi almashinish mahsulotlarini hosil qiladi.

Agar bu reaksiyalar uchun  $\lg p_f$  ning  $S_f$  ga bog'liqlik grafigi chiziladigan bo'lsa:

$$S_f = \lg \frac{p_f}{m_f}$$

tenglikni tasdiqlovchi to'g'ri chiziq hosil bo'ladi:



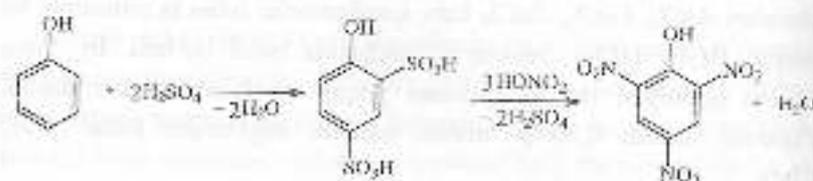
Ichkimolekulyar selektivlik  $S_f$  molekulararo selektivlikka, ya'ni arenning selektivligiga proporsionaldir. Molekulararo selektivlik sifatida Gammet tenglamasidagi reaksiya konstantasi  $\rho$ -olinishi mumkin. U tegishli reaksiyaning aromatik birikma elektron zichligiga qay darajada bog'liq ekanligini ko'rsatadi:

$$S_f = \rho^2 (\sigma_p^2 - \sigma_m^2)$$

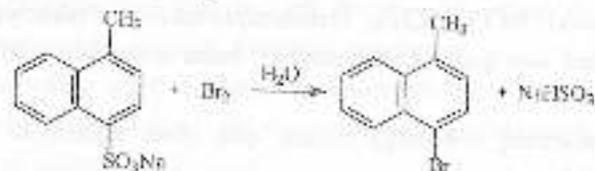
Shunday qilib,  $\rho^2$  bir vaqtning o'zida, yuqoridagi tenglamaga muvofiq ichki molekulyar selektivlikni ham ifodalashi mumkin.

Xo'ramondaing postulatiga muvofiq yuqori reaksiya qobiliyatga ega bo'lgan aromatik birikma yoki reagentlar reaksiyaga kiritilganda reaksiyaning o'tish holati reaksiya koordinatining boshlang'ich nuqtasiga yaqin bo'ladi. O'tish holati o'zining tuzilishi bo'yicha dastlabki moddalarning tuzilishiga yaqin bo'ladi va ko'proq  $\sigma$ -kompleksdan ko'ra  $\pi$ -kompleksga o'xshagan bo'ladi.

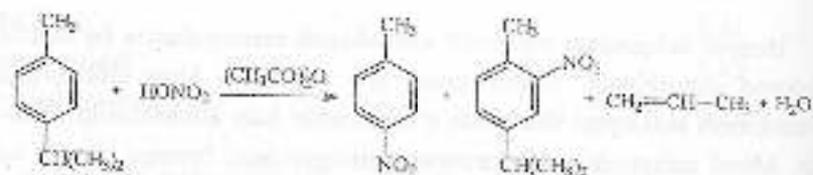
robirikma olinadi. Bunda sulfoguruh nitroguruhga elektrofily almashinadi:



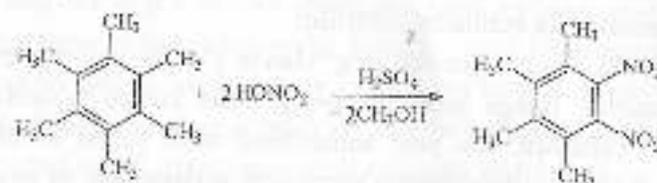
4-Metil-1-naftilsulfokislolaning natriyli tuzi bromli suv ta'asirida 1-brom-4-metilnaftalin hosil qiladi:



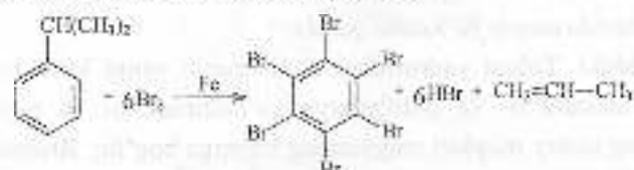
p-Izopropiltoluol nitrat kislotaning sirka anhidridi va sirka kislotasi aralashmasidagi critmasi bilan nitrolanganda asosiy mahsulotdan tashqari p-nitrotoluol ham hosil bo'ladi:



Penta- yoki geksametilbenzollar nitrolanganda esa metil guruhi nitro-guruhga almashinadi:

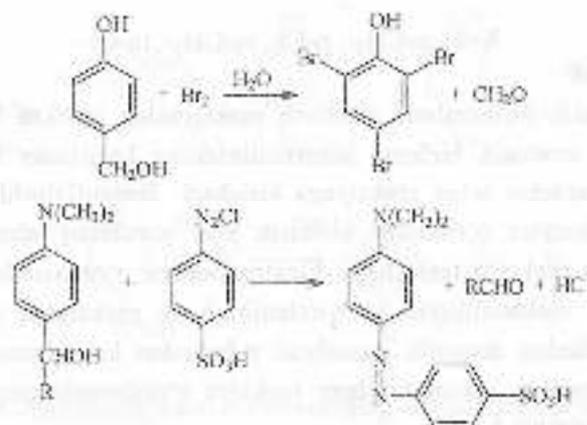


Kumol 0°C da temir qirindisi ishtirokida ortiqcha brom bilan bromlanganda geksabrombenzol hosil qitadi:



Bu reaksiyada izopropil guruhi bromga almashinadi. Agar reaksiyaga n-propilbenzol olinsa, pentabrom-n-propilbenzol hosil bo'ladi, ya'ni n-propilguruhi izopropil guruhidan farqli o'laroq bromga almashmaydi.

Fenol yoki dimetilaniilin yadrosining p-holatda joylashgan oksimetil- yoki oksialkil-guruhlari galogenlash yoki diazoniyl tuzi ta'siri ostida osongina siqib chiqariladi:



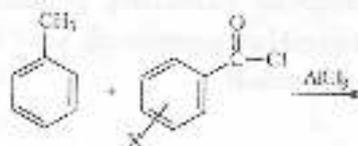
Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, o'rinbosarlarning elektrofily almashinishi aksariyat fenol, anilin yoki naftalin kabi elektrofily almashinish oson ketadigan birikmalarda kuzatiladi. Shubha yo'qki, bunday birikmalar yadrosida olib boriladigan elektrofily almashinish reaksiyalari yana yangi o'rinbosarlarning elektrofily almashinishi mumkinligini ko'rsatishi mumkin.

### Misolalar

1. Toluolni temir qirindisi ishtirokida dovlash va bromlash reaksiyalarida asosiy yo'nalish qanday?

**Yechish.** Toluol yadrosidagi metil guruh yaqin kirib kelayotgan galogen atomini o- va p-holatlarga yo'naltiradi. o- va p-galogeno-tuollarning nisbiy miqdori reagentning hajmiga bog'liq. Bromning atom radiusi xlorukidan katta bo'lgani uchun, bromlash reaksiyasida p-izomerining ko'p hosil bo'lishi kuzatiladi.

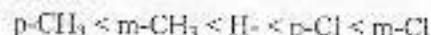
2. Toluolni yadrosida turti o'rinbosarlari bo'lgan benzoilxloridlar bilan  $AlCl_3$  ishtirokida benzoiltanganda reaksiyaning tezligi qanday o'zgaradi?



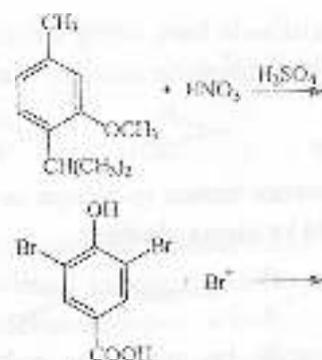
X = H, p- $CH_3$ , p-Cl, m- $CH_3$ , m-Cl

### Yechish

Aromatik birikmalarni atsillash reaksiyasida tezlikni belgilovchi bosqichda aromatik birikma benzoilxloridning katalizator bilan hosil qilgan kompleksi bilan reaksiyaga kirishadi. Benzoilxlorid yadrosiga elektronakseptor o'rinbosar kiritilish atsil guruhning elektrofilligini oshiradi va reaksiya tezlashadi. Elektronodonor o'rinbosarlar esa atsil guruhning elektrofilligini kuchsizlantiradi va reaksiyani sekinlatadi. Metil guruhning donorlik xususiyati p-holatdan kuchsizroq namoyon bo'ladi. Shuning uchun berilgan reaksiya o'rinbosarlarning quyidagi qatorida tezlashib boradi:

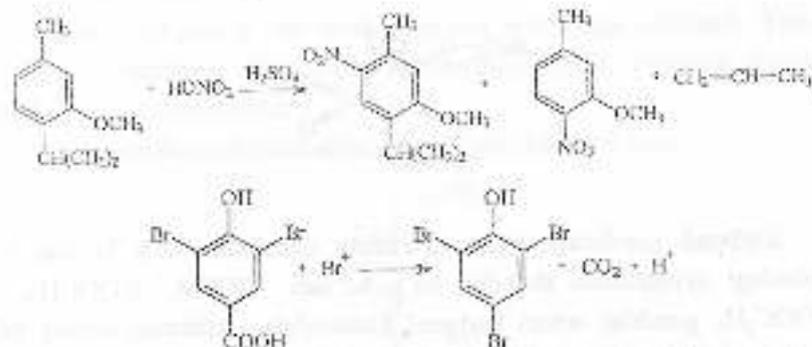


3. Quyida keltirilgan reaksiyalarda qanday mahsulotlar hosil bo'lishi mumkin? Reaksiyalarning sxemalarini yozing.



### Yechish.

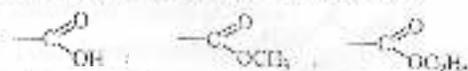
Bu reaksiyalar faol aromatik birikmalar yadrosida olib borilayotganligi uchun ham vodorodning, ham o'rinbosarning almashinishi bilan sodir bo'lishi mumkin. Birinchi reaksiyada izo-propilguruh almashinsa, ikkinchisida karboksil guruh almashinadi:



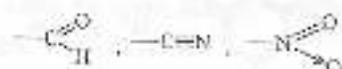
Ikkinchi reaksiyada ham o'rinbosarning almashinishi "ipso"-hujum orqali sodir bo'ladi.

4. Benzoy kislotani, metilbenzoat va etilbenzoatlar nitrolovchi aralashma bilan nitrolanganda m-nitromahsulot miqdori mos ravishda 82, 73 va 68% ni tashkil etadi. Nana uchun bu qatorida m-nitromahsulotning miqdori kamayib bormoqda?

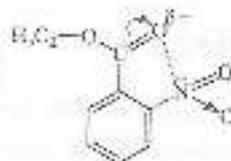
**Yechish:** Benzoyl kislotada ham, uning efirlarida ham benzol yadrosida elektronokseptor o'rinbosarlar mavjud. Ular



guruhlar bo'lib, nitroguruhni asosan m-holarga yo'naltiradi. Ma'lumki, benzol yadrosida bu kabi va ularga o'xshash



guruhlar mavjud bo'lganda, bu guruhlariga nisbatan o-holatda ham anchagina miqdorda almashinish ketadi. Bunga sabab, "orto-effekt" deh ataluvchi ta'sir bo'lib, unga muvofiq, elektrofil reagent shu guruhning elektronga boy kislorod yoki azot atomiga hujum qiladi. Almashinish bu atomlarda sodir bo'lmasligi sababli u o-holatga o'tadi.



Karbonil guruhdagi elektron zichlik qanchalik ko'p bo'lsa, o-holatdagi almashinish shuncha ko'p bo'ladi.  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{COOCH}_3$ ,  $-\text{COOC}_2\text{H}_5$  guruhlar uchun karbonil kislorodidagi elektron zichlik bu qatorda ortib boradi va shu sababdan o-holatdagi almashinish miqdori ham ko'payib boradi va shuning hisobiga m-holatdagi almashinish kamayib boradi.

5. Quyidagi berilgan reaksiya tenglamasiga muvofiq  $10^\circ\text{C}$  da spirtlarning hosil bo'lish tezliklarining kattaliklari asosida tegishli karbo-kationlarni ularning qarorliligi ortib boruvchi qatorga joylashtiring.

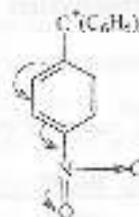


X	k, l(moles)	X	k, l(moles)
p-NO <sub>2</sub>	1,78	p-Cl <sub>3</sub> O-	0,26
H-	0,60	p-(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> N-	0,1
p-CH <sub>3</sub>	0,47		

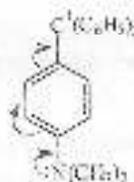
**Yechish**

Berilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, yadrosida turli o'rinbosarlari bo'lgan trifenilmetil kationlarining suv bilan ta'sirlashish reaksiyasining tezligi elektronokseptor o'rinbosarlar mavjud bo'lganda katta, elektrondonor o'rinbosarli kationlarda esa kichik. Bunga sabab, elektronokseptor o'rinbosarlar karbo-kation qarorliligini kamaytiradi, uglerod atomidagi elektron taqchillikni oshiradi. Natijada karbo-kationning faolligi ortadi va suv bilan tezroq reaksiyaga kirishadi. Elektrondonor o'rinbosarlar bo'lganda esa, karbo-kationning qarorliligi ortadi, uglerod atomidagi elektron taqchillik kamayadi va karbo-kation faolligi kamayadi. Natijada u suv bilan sekinroq reaksiyaga kirishadi. Yuqoridagi aytilganlarni nitro- va dimetilamino-guruhlar misolida quyidagicha ko'rsatish mumkin:

Nitroguruhning karbo-kation qarorliligini kamaytirishi:



Dimetilaminoguruhning karbo-kation qarorliligini oshirishi:

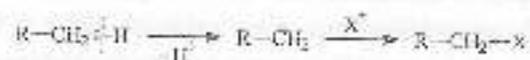


Yuqorida aytilganlarga ko'ra, karbokatyonlar qaroriligi quyidagi o'rinbosalar qatorida ortib boradi:



### 39. TO'YINGAN UGLEROD ATOMIDAGI VODORODNING ELEKTROFIL ALMASHINISH REAKSIYALARI TO'G'RIKIDA

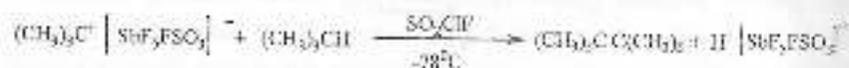
To'yingan uglerod atomidagi vodorodning elektrofil almashinish reaksiyasini quyidagi umumiy sxema bilan ko'rsatish mumkin:



Bunday reaksiyaning to'yingan uglevodorodlarda borishi mushkul, chunki protonni tortib olib karbanion hosil qila oladigan reagent topilishi qiyin.

Amerikalik olim G.Ola ning olib borgan tadqiqotlari shuni qo'rsatdiki, juda kuchli kislotalar, superkislotalar ishtirokida to'yingan uglevodorodlardagi vodorodni elektrofil mexanizmida almashtirish mumkin. Masalan, alkillash, nitrolash reaksiyalari bunday sharoitda elektrofil mexanizmida sodir bo'ladi.

*Alkillash:*



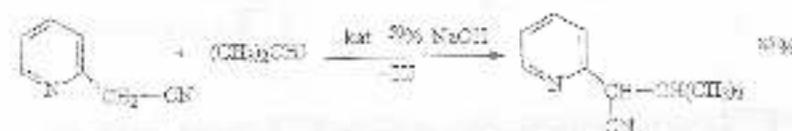
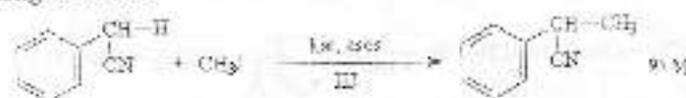
*Nitrolash:*



*Xlorlash:*



Agar almashinish sodir bo'ladigan CH<sub>3</sub>-metil guruhi biror elektronoakseptor guruh bilan bog'langan bo'lsa, yuqoridagi reaksiya osonlik bilan boradi. Bunday elektronoakseptor guruh sifatida aromatik va geteroaromatik uglevodorodlarning qoldig'i Ar-, atsil-guruh (R-CO-), alkoksil guruh (R-O-), nitro guruh (NO<sub>2</sub>-), sian guruh (-CN) va hokazalar bo'lishi mumkin. Bu guruhlar ta'sirida protonning chiqib ketishi osonlashadi va hosil bo'lgan karbanion shu guruh ta'sirida barqarorlashadi. Quyidagi reaksiyalarning yuqori umum bilan ketishi fikrimizning dalilidir:



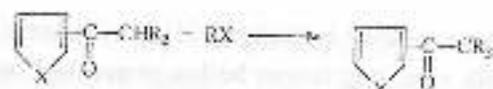
Yuqorida keltirilgan reaksiyalar fazalararo katalizatorlar ishtirokida olib borilganda shunday yaxshi natijalar olingan.

To'yingan uglerod atomidagi vodorodning elektrofil almashinish reaksiyalari geterimetilketonlar qatorida ham keng tarqalgan. Masalan, furil- yoki tienilmetilketonlar xona haroratida metil-, etil-, propilyodidlar hamda benzilbromidlar bilan alkilanganda tegishli C-dialkilketonlarni 52-75% umum bilan hosil qiladi. Bu mahsulotlar manual-kilketonlar hosil bo'lish orqali olinadi:



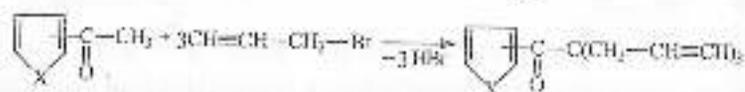
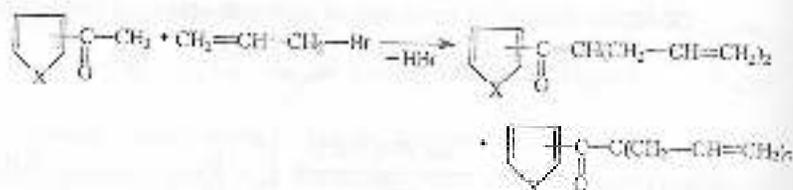
Bu yerda X-O, S.

Dialkil-mahsulotlar yuqori haroratda alkilanganda uchinchi vodorod ham almashinadi:

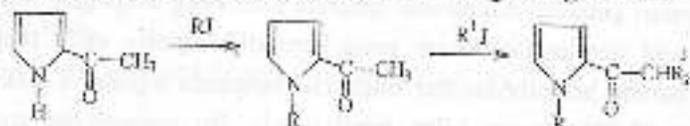


Alkillovchi agentlar sifatida etil-, propil- yoki butilyodidlar ishlatilganda esa qisman O-mono va C,O-dialkilmahsulotlar hosil bo'lishi kuzatilgan.

Piril(tienil)-2-metilketonlarning allilbromid bilan reaksiyasida di- va tri-allil-, propargilbromid bilan alkilenganda esa tripropargil-mahsulotlar hosil bo'ladi:



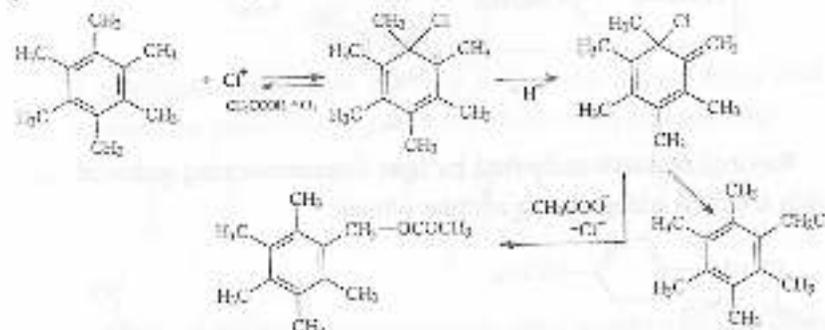
Shu xildagi reaksiyalar pirrol qatorida o'tkazilganda alkillash birinchi navbatda azot atomiga va undan keyin metil guruhiga ketadi:



Reaksiyaning keyingi bosqichi qiyin va yuqori haroratda ketadi.

2-, 3- va 4- Piridimetilketonlar reaksiya sharoiti va reagentlarning miqdoriy nisbatlariga bog'liq holda tegishli di- va trialkilmahsulotlar hosil qiladi. Masalan, 2- va 3-piridimetilketonlarni allillash va propargillash reaksiyalari triallil va tripropargil-mahsulotlarini beradi. Bu reaksiyalarda allillash va propargillash reaksiyalarining selektivligi ko'rinadi.

Bunday reaksiyalarga  $\text{CH}_3\text{-CN}$ , fluoren, hatto toluoldagi ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$ ) vodorodlar ham kirishadi. Masalan, geksametilbenzolga sirka kislota eritmasida, qorong'ida,  $18^\circ\text{C}$  da xlor ta'sir ettirilsa metil guruhidagi vodorod xlorga va qisman atsetatga almashinadi. Tabiiyki, bu sharoitda reaksiya gomolitik mexanizmda emas, balki elektrofil mexanizm bo'yicha boradi va uni quyidagi sxema bilan tasvirlash mumkin:

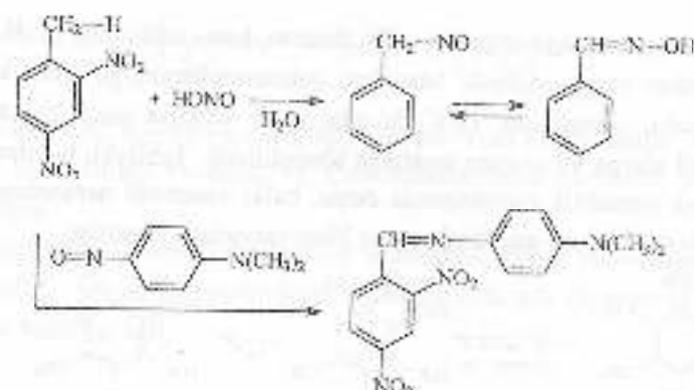


Bu misol geksametilbenzolning metil-guruhidagi vodorodlarning ma'lum darajada kislotali xususiyati borligini va ularning elektrofil almashinish reaksiyasiga kirishishini ko'rsatadi. Metil guruhidagi vodorodlarning harakatchanligiga, elektrofil almashinish reaksiyasiga kirishishiga yadrodag elektronakseptor guruhlar ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Bu guruhlar ta'sirida metil guruhidagi vodorodlarning kislotaligi (C-H-kislotalik) ortadi va elektrofil almashinish reaksiyalariga kirishishi osonlashadi.

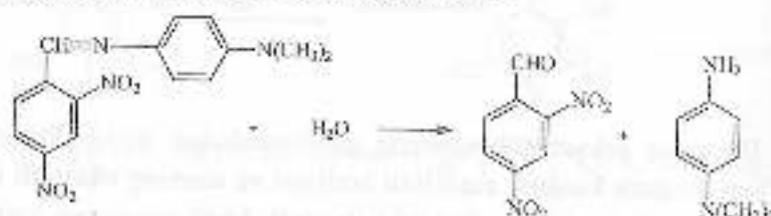
Masalan, bunday vodorodlar ishqoriy katalizatorlar ishtirokida alkilinishi mumkin:



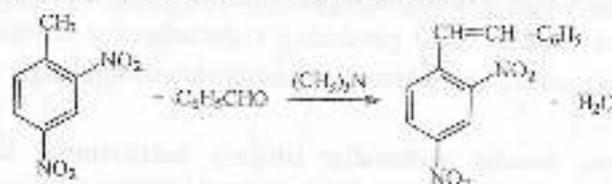
Metil guruhidagi faol vodorodlar nitrit kislota, nitrozo-bisokmalur bilan ham osongina reaksiyaga kirishadi:



Keyingi reaksiya mahsuloti bo'lgan azometinlarning gidrolizi natijasida aromatik aldegidlar va aminlar olinadi:



Metil guruhida faol vodorodi bo'lgan birikmalar aldegidlar bilan oson reaksiyaga kirishib strol hosilalarini beradi:



Bu reaksiyalarning yaxshi berishi uchun ishqoriy katalizator (KON, trietilamin, piperidin, kaliy uchlamchi-butilat) va erituvchi sifatida dimetilformamid ishlatiladi. Bunday sharoitda toluol, ksilol, metilnaftalin, metilpiridin kabi moddalarning metil guruhlari azometinlar bilan reaksiyaga kirishib, strol birikmalarini hosil qiladi:

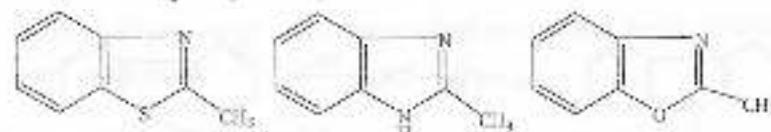


Bu reaksiya "anil-sintez" nomi bilan strol birikmalarini ulashda ishlatiladi.

Ushbu reaksiyalarga 4-metilpiridin, 9-metilakridin, 4-metilksolin, N,4-dimetilpiridin yodid, 4-metilpiridin-N-oksidi, 4-metilpirimidin, 2-metilbenziazol, 2-metilbenzoksazol, 2-metilbenzimidazol kabi geterosiklik birikmalar ham kirishadi.

### Misolalar

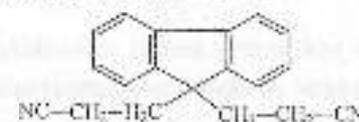
1. Quyidagi moddalarni ularning p-nitrobenzaldegid bilan reaksiyasida reaksiya qobiliyatining ortib borish qatoriga joylashtiring:



**Yechish.** Keltirilgan birikmalardagi metil gurubi vodorod atomlarining qanday tartibda kislotaliligi ortib borsa, ularning p-nitrobenzaldegid bilan reaksiyasi ham shu tartibda ortib boradi. Metil guruhidagi vodorod atomlarining kislotaliligi molekula tarkibidagi geteroatomning elektromanfiyligiga bog'liq.

Geteroatomlarning elektromanfiyligi esa S, N, O qatorida ortib borganligi uchun berilgan moddalarning p-nitrobenzaldegid bilan reaksiya moddalarning yuqorida berilgan qatorida osonlashib boradi.

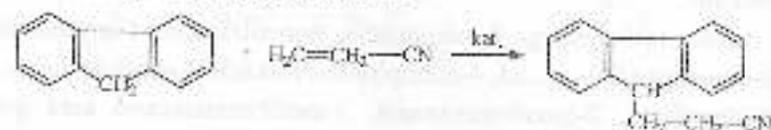
2. Fluoren trimetilbenzilammoniy gidroksidi ishtirokida akrilonitril bilan quyidagi tuzilishdagi moddani hosil qiladi:



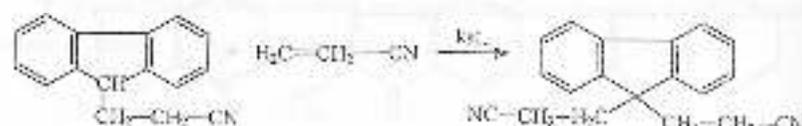
Nima uchun reaksiyani 1-bosqichlida to'xtatib bo'lmaydi? Reaksiya mexanizmini tushuntiring

**Yechish.** Reaksiya fluoren molekulasida tarkibidagi metilen -CH<sub>2</sub> guruhidagi vodorodlar hisobiga ketadi, chunki bu vodorodlar 2ta fenil

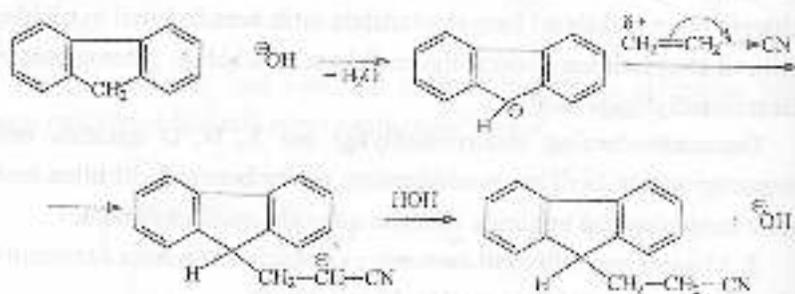
guruhi ta'siri ostida harakatchan (kislotali) bo'lib qoladi. Reaksiyaning birinchi bosqichi quyidagicha ketadi:



Hosil bo'lgan yangi birikma tarkibida qolgan ikkinchi faol vodorod yangi kirgan  $-CH_2-CH_2-CN$  guruhi ta'siri ostida yanada faollashadi va shuning uchun u yanada tezroq ikkinchi molekula akrilonitril bilan reaksiyaga kirishadi:

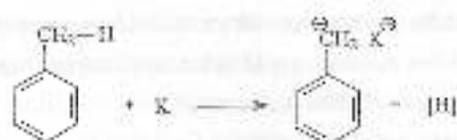


Reaksiyaning mexanizmini 1-bosqich uchun quyidagicha tasvirlash mumkin:

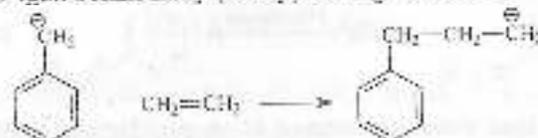


3. Toluolga kaliy yoki natriy metali ishtirokida etilen to'sir etirib propilbenzol olish mumkin. Reaksiya tenglamasi va mexanizmini yozing.

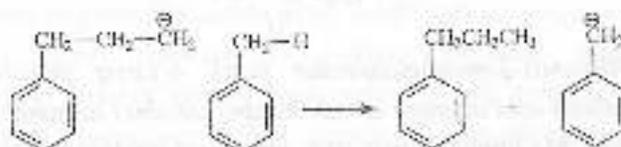
**Yechish.** Toluol molekulasini metil guruhidagi vodorod atomlari fenil guruhi ta'siri ostida ma'lum darajada kislotali xususiyatga ega bo'ladi va u kaliy yoki natriy metali bilan almashinadi:



Hosil bo'lgan benzil kaliy (natriy) etilenga birikadi:

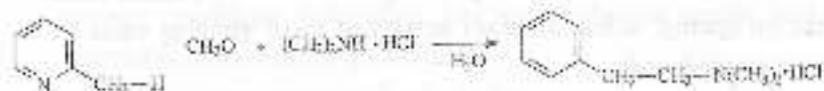


Hosil bo'lgan yangi anion yana toluol molekulasini metil guruhidan vodorod tartib oladi.

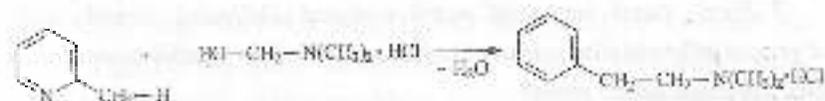


4. 2-Metilpiridin formaldegid va dimetilamin gidrochlorid bilan reaksiyaga kirishadi. Bu reaksiyada qanday moddalar hosil bo'lishini tushuntiring.

**Yechish:** 2-Metilpiridin tarkibidagi metil guruhining vodorodlari faol bo'lganligi uchun reaksiya aynan shu vodorodlar hisobiga ketadi:



Reaksiyaning mexanizmini quyidagicha tasavvur qilish mumkin:



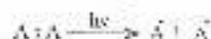
Xuddi shunday  $\text{Cl}_2\text{-CH}_2$  yoki  $\text{CH}_2\text{-H}$  bog'larini gomolitik tarzda uzish uchun mos ravishda 88 va 104 kkal/mol energiya yoki 500-1000°S da qizdirish talab qilinadi. Quyida ba'zi kimyoviy bog'larning uzilish energiyalari keltirilgan (kkal/mol):

H:H	104	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{:H}$	85
F:F	37	$\text{Cl}_2\text{-CH-CH}_2\text{:H}$	85
Cl:Cl	58	$\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{:H}$	98
Br:Br	46	$(\text{CH}_3)_2\text{CH:H}$	94
I:I	36	$(\text{CH}_3)_3\text{C:H}$	91

Sanoatda amalga oshiriladigan metan, etan va yuqori molekulyar uglevodorodlarning krekng, piroliz jarayonlari vaqtida kimyoviy bog'lar radikal tarzda uzilib yangi mahsulotlar hosil bo'ladi.

### 2) Moddalarga yorug'lik nuri ta'sir ettirib erkin radikallar hosil qilish (fotoliz)

Nur ta'sir ettirilgan modda uni yutsa va nurning energiyasi kimyoviy bog'ning uzilish energiyasiga teng yoki undan katta bo'lsa, kimyoviy bog' erkin radikallar hosil qilib uziladi:



Masalan, 286 nm to'liq uzunlikka ega bo'lgan ultra-binafsha (UB) nuri 100 kkal/mol kvant energiyaga ega va u yuqorida keltirilgan bog'larning deyarli barchasini gomolitik tarzda uza oladi.

### 3) Nurlanishlar ta'sirida erkin radikalning hosil bo'lishi

Kimyoviy bog'lar moddalarda  $^{60}\text{Co}$  manbasidan chiqayotgan  $\gamma$ -nurlar bilan nurlantirilganda ham gomolitik tarzda uziladi.  $\gamma$ -Nurlarning energiyasi juda katta bo'lganligi uchun u deyarli barcha kimyoviy bog'larni gomolitik tarzda uzadi:



bu yerda  $e^-$ - $\gamma$ -nurlar ta'sirida hosil bo'ladigan energiyaga boy elektron.

### 4) Moddalarni mexanik maydalash bilan erkin radikallar hosil qilish

Moddalarni juda mayda qilib maydalash vaqtida energiya ajratib chiqib bog'lar gomolitik tarzda uzilishi mumkin. Tez aralashtirish, tebratish, ultratovush ta'sir ettirish ham shunday natijalarga olib keladi.

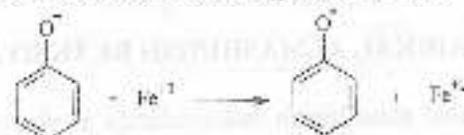
### 5) Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini natijasida erkin radikalning hosil bo'lishi

Kimyoviy birikmalarga oksidlovchilarning, qayta-ruvchilarning ta'sir qilishi yoki elektroliz vaqtidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi natijasida ham erkin radikallar hosil bo'ladi:

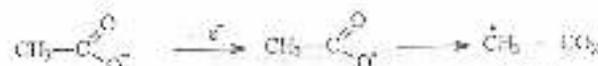
#### 1) Qaytaruvchi ta'sirida radikalning hosil bo'lishi:



#### 2) Oksidlovchi ta'sirida radikalning hosil bo'lishi:



#### 3) Elektroliz vaqtida radikalning hosil bo'lishi:

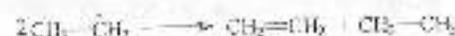


Reaksiya vaqtida bunday turli usullar bilan hosil bo'lgan radikallar rekombinatsiyalanish, disproporsiyalanish, boshqa radikalga aylanish, birikish, almashinish reaksiyalariga kirishishi mumkin:

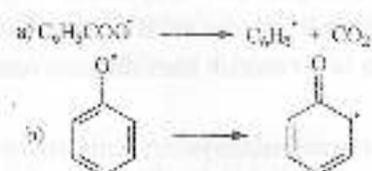
#### 1) Rekombinatsiyalanish:



#### 2) Disproporsiyalanish:



3) Boshqa radikalga aylanishi:



4) Qo'sh bog'ga birikish:



5) Almashtirish:

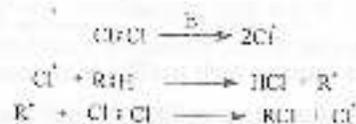


Keltirilgan reaksiyalar ichida radikalarning almashtirish va birikish reaksiyalari katta ahamiyatga ega. Bu reaksiyalar asosida laboratoriyashtirish sharoitida hamda sanoatda muhim moddalar olinadi.

#### 40.1. RADIKAL ALMASHTIRISH REAKSIYALARI

Muhim radikal almashtirish reaksiyalariga xlorlash, bromlash, sulfoklorlash, sulfoksidlash, oksidlash, nitrolash, nitrozolash, xlorkarbonillash va boshqalar misol bo'la oladi.

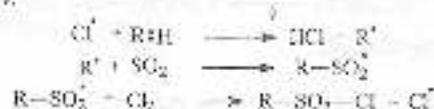
*Xlorlash:*



*Bromlash:*

Bromlash reaksiyasi ham yuqoridagi mexanizm bilan boradi.

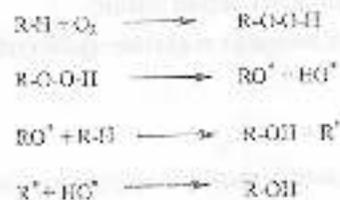
*Sulfoklorlash:*



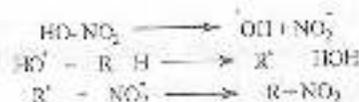
*Sulfoksidlash:*  $2R-H + O_2 \longrightarrow 2R\dot{C}l + H_2O_2$



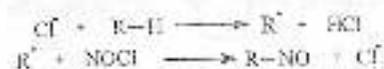
*Oksidlash:*



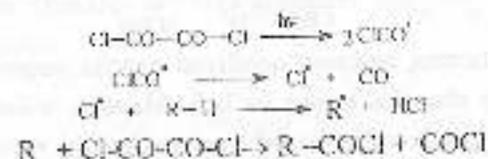
*Nitrolash:*



*Nitrozolash:*



*Xlorkarbonillash:*

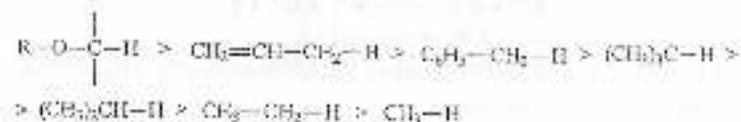


Bu reaksiyalarining borishi uchun erkin radikallar hosil bo'lishiga yuqoridagi keltirilgan sharoitlardan biri yaratilishi kerak.

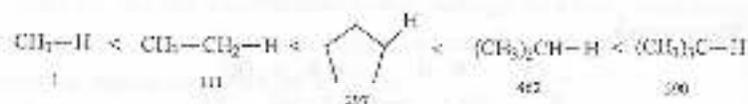
## 40.2. RADIKAL ALMASHINISH REAKSIYALARIDA REAGENTLARNING REAKSION QOBILIYATI

Radikal almashinish reaksiyalar to'yingan uglevodorodlarning, to'yinmagan uglevodorodlardagi qo'sh bog' tutqan uglerod atomiga nisbatan  $\alpha$ -holatdagi uglerod atomining, aromatik uglevodorodlar yon zanjiridagi  $\alpha$ -uglerod atomining, gidroksil yoki alkoksil guruh tutqan uglerodning vodorod atomlari uchun xosdir.

Bu vodorod atomlarining reaksiyon qobiliyati quyidagi qatorda kamayib boradi:



Masalan,  $100^\circ\text{C}$  da gaz fazada turli uglevodorodlar xlorlanganda quyidagi nisbiy reaksiya tezligi kuzatiladi:



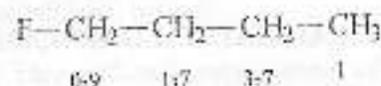
Turli radikal almashinish reaksiyalaridagi erkin radikal reagentlarning reaksiyon qobiliyati esa quyidagi qatorda kamayib boradi:



Bu reagentlarning reaksiyon qobiliyati qancha yuqori bo'lsa, ularning selektivligi shunchalik past bo'ladi. Masalan, n-butanni xlorlash reaksiyasida birlamchi va ikkilamchi uglerodlardagi vodorod atomlarining nisbiy reaksiyaga kirishish tezligi 1:3,8 bo'lsa, bromlashda bu nisbat 1:82 ga teng. Reaksiyon qobiliyati xlorlikiga nisbatan past bo'lganligi uchun brom ko'proq faolroq bo'lgan ikkilamchi vodorodni almashiradi.

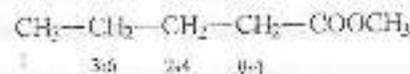
Radikal elektrofil xarakterga ega. Shu sababdan radikal almashinish reaksiyalari elektronoakseptor o'rinbosarlar ta'siri ostida qiyinlashadi, elektrondonor o'rinbosarlar esa reaksiyani osonlashtiradi.

n-Butilflorid fotokimyoviy usulda xlorlanganda birinchi uglerod-dagi vodorodning nisbiy reaksiyon qobiliyati 0,9, ikkinchi uglerod-dagisniki-1,7, uchinchi uglerod-dagi vodorodniki 3,7 va nihoyat to'rtinchi uglerod-dagi vodorodning reaksiyon qobiliyati 1 ga teng.

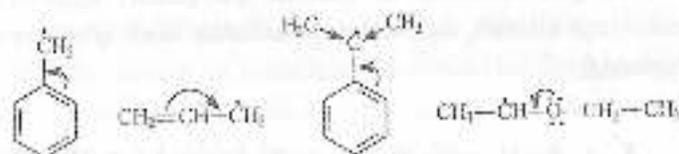


Ko'rinib turibdiki, elektronoakseptor o'rinbosarga (floriga) yaqin turgan vodorodlarning almashinishi qiyin, uzoqroq turgani osonroq almashinadi.

Forming o'rnida  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{CF}_3$ ,  $-\text{COF}$  va  $\text{SOOSN}_2$  guruhlarini bo'lganda ham shunday qonuniyat kuzatiladi. Masalan:



Elektrondonor guruhlar ta'siri ostida toluol, propilen, kamol hamda dietil efirlarda radikal almashinish (masalan, oksidlanish) oson ketadi. Bu hoddalardan hosil bo'ladigan radikallar qatoridagining elektrondonor guruhlar ta'sirida ushishini quyidagi sxemalar bilan ko'rsatish mumkin:



Alkoksil guruh shunchalik faolki, oddiy efirlar ularni saqlash vaqtidayuq oksidlanib peroksid birikmalar hosil qiladi.

Sanoatda toluoldan benzilxlorid, benzoil kislota, propilendan allyl-xlorid, kumoldan fenol va atsetonlar olish radikal xlorlash va oksidlash reaksiyalariga asoslangan.

Radikal almashinish reaksiyalaridan galogenlashni batafsilroq ko'rib chikamiz.

### 40.3. RADIKAL GALOGENLASH

Galogenlashni bu yerda uglevodorodlar yoki boshqa birikmalar tarkibidagi vodorodni galogenga - fluor, xlor, brom va yodga almash-tirish reaksiyasi deb quriladi.

Odatta, bu reaksiyani boshlash uchun fotokimyoviy usul qo'llaniladi:

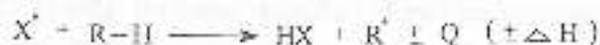


Tu'sir o'ttirilayotgan nur energiyasi galogen molekulasidagi bog'ni uzish uchun sarf bo'ladi va galogen atomlari yoki radikalari hosil bo'ladi.

Sarflanayotgan energiya fluor uchun 37 kkal/mol, xlor uchun 58 kkal/mol, brom uchun 46 kkal/mol va yod uchun 36 kkal/mol ga teng.

Demak, molekulyar galogenlarni radikalarga (atomar galogenlar-ga) aylantirish uchun eng kam energiyani fluor va yodlar talab qiladi (37 va 36 kkal/mol). Eng ko'p energiyani brom (46 kkal/mol) va xlor (58 kkal/mol)lar talab qiladi.

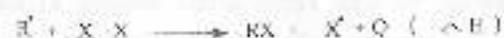
Hosil bo'lgan radikal X<sup>·</sup> (atomar galogenlar) uglevodorodlar bilan reaksiyaga kirishib, uglevodorod radikalini hosil qiladi va u'zlari HX ga aylantadi:



Bu bosqichda F<sup>·</sup> va Cl<sup>·</sup> lar reaksiyaga kirishganda energiya ajralib chiqadi, Br<sup>·</sup> va I<sup>·</sup> lar reaksiyaga kirishganda esa - energiya yutiladi.

Fluor radikal reaksiyaga kirishganda 32 kkal/mol, xlorning reaksiya-sida 1 kkal/mol energiya ajralib chiqsa, brom va yod radikalining reaksiyalarida mos ravishda 16 va 33 kkal/mol energiya yutiladi.

Reaksiyaning keyingi bosqichida uglevodorod radikal molekulyar galogen bilan reaksiyaga kirishib, galogen atomini birlashtirib oladi va yangi galogen radikal hosil bo'ladi:



Reaksiyaning bu bosqichi harcha galogenlar uchun ekzotermik bo'lib, fluorlashda 71 kkal/mol, xlorlashda 26 kkal/mol, bromlashda 24 kkal/mol va yodlashda 20 kkal/mol energiya ajralib chiqadi. Shu uchta bosqichda, jami bo'lib, fluorlashda 103 kkal/mol, xlorlashda 27 kkal/mol, bromlashda 8 kkal/mol energiya ajralib chiqadi. Yodlash reaksiyasida esa 13 kkal/mol energiya yutiladi, ya'ni bu reaksiya pirovard natijada endotermik reaksiya bo'ladi. Shu sababli uglevodorodlarni yodlash reaksiyasi bu sharoitda bormaydi. Ikkinchi tomondan, yod radikal I<sup>·</sup> barqaror bo'lib, reaksiya qobiliyati past, energiyasi kam bo'lganligi uchun u R-H uglevodoroddan vodorodni ekzotermik ravishda torib olo olmaydi va shu sababli bu reaksiya endotermikdir. Odatta, uglevodorodlarni yodlash reaksiyasiga teskari reaksiya eson boradi:



Bunga sabab HI ning kuchli qaytaruvchi ekanligidir.

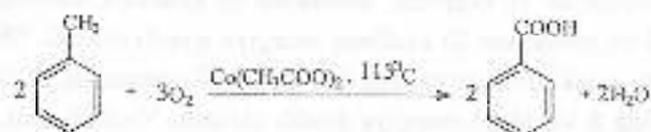
Amalda xlorlash va bromlash reaksiyalaridan foydalaniladi, chunki fluorlash juda shiddatli berganligi uchun uni boshqarish qiyin. Yodlashning esa amalda ketmasligini aytdik.

#### 40.4. OKSIDLASH REAKSIYASI TO'G'RISIDA

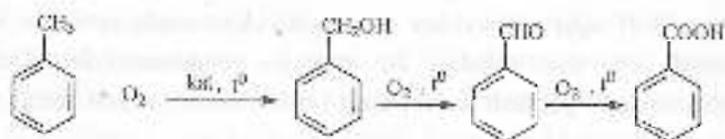
Marganets, qo'rg'oshin, kobalt tuzlari katalizator-ligida uglevodorodlarni havo kislorodi bilan oksidlash sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan reaksiyadir. Bu reaksiya yordamida sanoatda n-butandan sirka kislota, izopropilbenzoldan bir vaqtning o'zida fenol va atseton, toluoldan benzoy kislota ishlab chiqariladi.

Misol tariqasida toluolni oksidlash jarayonining qanday borishini ko'rish chiqamiz.

Chirchiq shahridagi "Kaprolaktam" zavodida ishlab chiqariladigan kapron xomashyosi bo'lgan kaprolaktam benzoy kislotadan olinadi. Benzoy kislota esa toluolni kobalt atsetat  $[Co(CH_3COO)_2]$  katalizatori ishtirokida havo kislorodi bilan oksidlab olinadi:

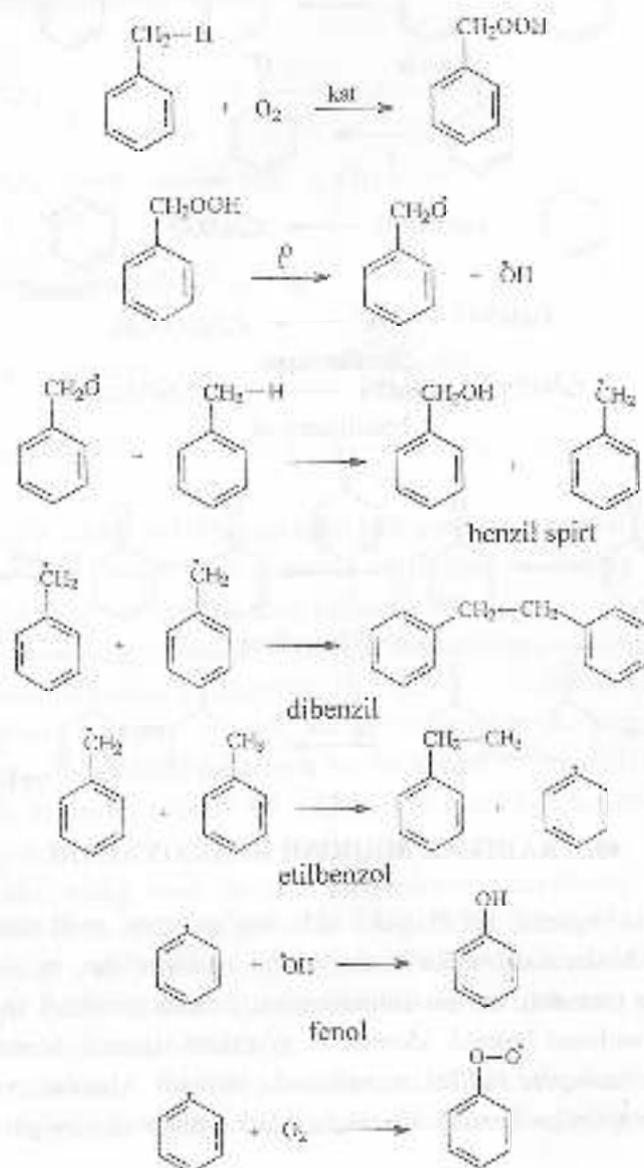


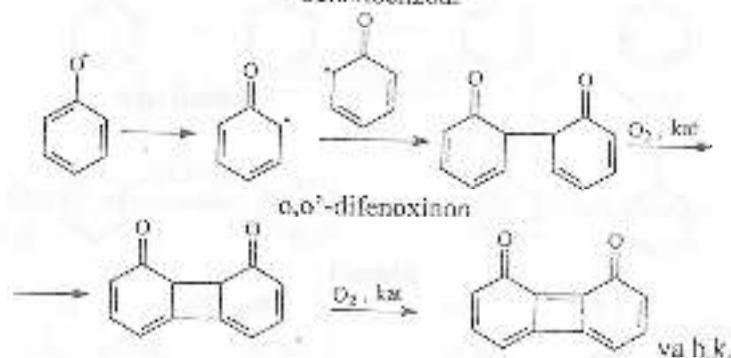
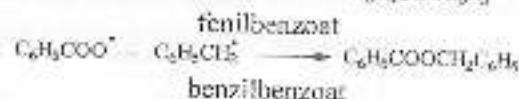
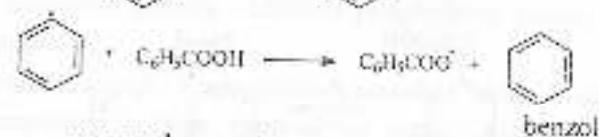
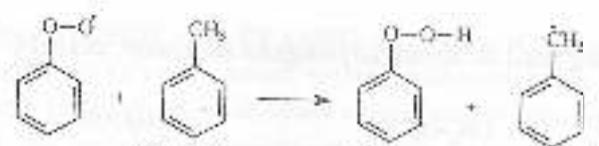
Oraliq mahsulotlar sifatida benzil spirti va benzaldegid hosil bo'ladi:



Reaksiya radikal mexanizm bilan borligi sababli ko'p qo'shimcha mahsulotlar ham hosil bo'ladi. Bular difenil, dibenzil, benzilbenzot, fenilbenzot, atsetofenon, fenol va boshqa murakkab tuzilishli moddalardir.

Ularning hosil bo'lishini quyidagicha ko'rsatish mumkin:

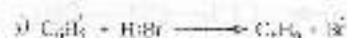
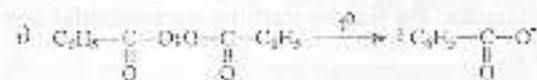




#### 40.5. RADIKAL BIRIKISH REAKSIYALARI

Uglerod-uglerod qu'sh yoki uch bog'ga oson radikallar hosil qiladigan birikmalar (radikal reaksiyalarni boshlovchilar, initsiatorlar) ishtirokida (masalan, azo-bis-izobutironitril, benzoil peroksidi va h.) galogenlar, vodorod bromid, xlorofoem, to'rtbitorii uglerod, bromtrixlorometan va boshqalar radikal mexanizmda birikadi. Masalan, vodorod bromid propilengga bunday sharoitda Markovnikov qoidasiga teskari

birikadi va buning sababi reaksiyaning ion mexanizmda emas, balki radikal mexanizmda borishidir.



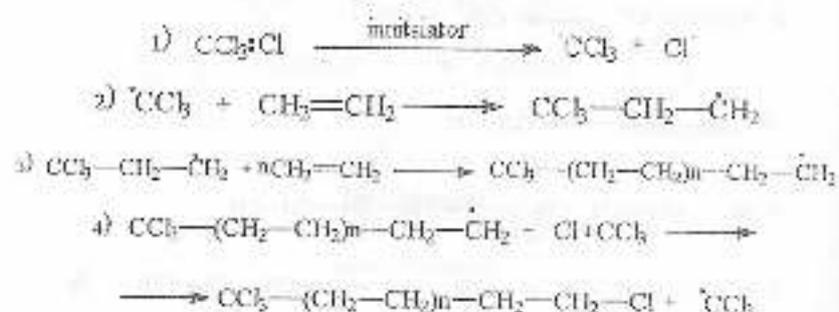
HF, HCl, HBr va HI lardan faqat HBr propilengga radikal mexanizm bilan birikishi mumkinligi yuqorida keltirilgan sxemaning 4- va 5-bosqichlarining energetikasi bilan tushuntiriladi.

Bu sxemaning 4-bosqichi - galogen radikalining propilengga birikish bosqichida HF uchun 45 kkal/mol, HCl uchun 22 kkal/mol, HBr uchun 10 kkal/mol energiya ajraladi, ya'ni bu bosqich ekzotermikdir. HI uchun esa bu bosqich endotermik bo'lib, 6 kkal/mol energiya yutiladi. Shuning uchun bu bosqich III ning radikal mexanizmda ketishi uchun noqulaydir.

Reaksiyaning hosil bo'lgan uglevodorod radikalining H-X dan vodorodni tortib olish bosqichida (5-bosqich) HF uchun 37 kkal/mol va HCl uchun 5 kkal/mol energiya yutiladi, HBr uchun esa 10 kkal/mol energiya ajralib chiqadi. Shu sababli HF va HCl lar ham propilengga radikal mexanizmda birikmaydi.

Demak, faqat HBr gina propilengga radikal mexanizmda birikadi, ya'ni HBr ning birikishida "peroksiddi effekt" kuzatiladi.

Etilenga  $\text{CCl}_2$ ,  $\text{BrCCl}_2$  kabi birikmalar ham yuqori mrom bilan radikal birikish, telomerlanish mahsulotlarini hosil qiladi. Bu reaksiyalarning ham oson ketishiga sabab yuqoridagi sxemadagi 4- va 5-bosqichlarining ekzotermikligidir. Bu reaksiyalarning mexanizmini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



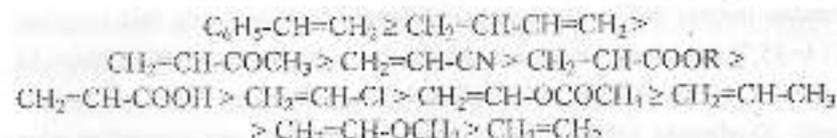
Hosil bo'lgan mahsulot tarkibiga kiruvchi etilen molekularining soni reaksiyadagi etilenning bosimiga bog'liqdir.

Tarkibida 9ta, 11ta va 13ta ( $n=5-7$ ) uglerod atomlarini tutgan bu birikmalardan  $\omega$ -aminokarbon kislotalar va ulardan esa yuqori sifatli poliamidlar olinadi.

Diefinlarning radikal-zanjir mexanizmda boradigan polimerlanish reaksiyasining mexanizmi ham shunga o'xshashdir. Bu reaksiyalar ham ekzotermik reaksiyalardir.

Radikal mexanizmda polimerlanadigan  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{R}$  tarkibli muhim monomerlar quyidagilardan iborat: etilen  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ; vinilxlorid  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ ; vinilasetat  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OCOCH}_3$ ; akrilonitril  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$ ; akrilatlar  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOR}$ ; metakrilatlar  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOR}$ ; stirol  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$ ; divinil  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ; xlorpren  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{Cl})-\text{CH}=\text{CH}_2$ ; tetrafloretilen  $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ .

Bu va boshqa ba'zi monomerlarning polimerlanish reaksiyasiga kirishish qobiliyati quyidagi qatorda passyib boradi:



Bunday reaksiya qobiliyat bu monomerlardan hosil bo'ladigan radikalning oson hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi.

#### Misol va masalalar

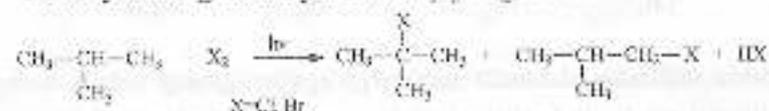
1. *n*-Butan  $25^\circ\text{C}$  da, yorug'lik nuri ta'siri ostida xlorlanganda 28% birlamchi, 72% ikkilamchi butilxloridlar hosil bo'ladi. Birlamchi va ikkilamchi vodorod atomlarining nisbiy reaksiya qobiliyatini aniqlang. Qaysi uglerod atomidagi ikkinchi vodorodning almashinish ehtimolligi katta?

**Yechish.** *n*-Butan  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  da 6ta birlamchi va 4ta ikkilamchi vodorod atomlari bor. Itta vodorodga hisoblanganda 28/6=4,7% birlamchi, 72/4=18% ikkilamchi butilxloridlar hosil bo'ladi. Ularning nisbiy almashinish qobiliyati 4,7:18 yoki 1:3,8 ga teng. Mahsulot tarkibidagi xlor shu uglerod atomidagi ikkinchi vodorodning almashinishini qiyinlashtiradi. SHuning uchun almashinish unga nisbatan 3- yoki 4-uglerod atomlarida osonroq ketadi.

2. *Isobutan* yorug'lik nuri ta'siri ostida xlorlanganda uchlamchi va birlamchi vodorodlarning nisbiy almashinish tezligi 5:1 ga, bromlanganda esa 1600:1 ga teng bo'ladi. Bu ma'lumot asosida hosil bo'ladigan mahsulotlarning forz tarkibini aniqlang. Reaksiyalardagi farqni tushuntiring.

**Yechish.**

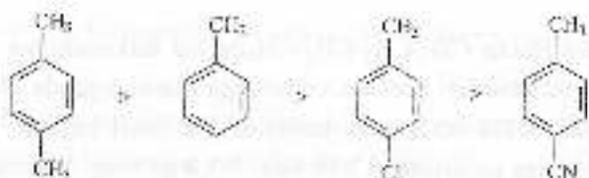
Reaksiyalarning umumiy sxemasi quyidagichadir:



Uchlamchi vodorod bitta, birlamchi vodorodlar esa 9ta bo'lganligi uchun tezliklar nisbati xlorlashda 5:9, bromlashda esa 1600:9 bo'ladi.

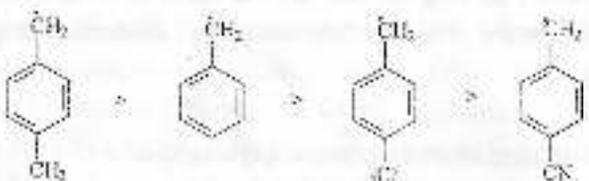
Bundan izomer tarkib xlorlashda uchlamchi mahsulotning foiz miqdori 5/14=35,7%, birlamchiki esa 54,3% bo'ladi. Bromlashda uchlamchi mahsulot 1600/1609=99,4%, birlamchi mahsulot esa 0,6% ni tashkil etadi. Xlorlashda selektivlikning past, bromlashda esa yuqoriligi xlor radikaliga ( $Cl^{\bullet}$ ) nisbatan brom radikalining ( $Br^{\bullet}$ ) faolligi yoki reaksiya qobiliyatining pastligi bilan tushuntiriladi. Faolligi kam bo'lgan brom radikali almashinishi oson bo'lgan vodorod bilan reaksiyaga kirishadi. Xlor radikalining faolligi yuqori bo'lganligi uchun u tadarab o'tirmaydi, natijada anchaqina miqdorda birlamchi vodorodning almashinish mahsuloti ham hosil bo'ladi.

3. Radikal xlorlash reaksiyasida toluol hosilalarining reaksiya qobiliyati quyidagi qatorda pasayib boradi:



Uning sababini tushuntiring.

**Yechish.** Ma'lumki, radikal xlorlash vaqtida yuqoridagi birikmalardan tegishli benzil radikalari hosil bo'ladi. Bu radikalarning hosil bo'lishi va turg'unligi quyidagi qatorda qiyinlashib, pasayib boradi:



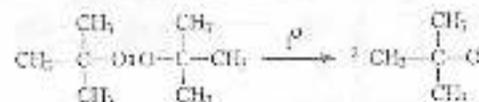
Erkin radikalalar elektrophil xarakterga ega bo'lganligi uchun, ularning qatordiligini va hosil bo'lishini elektron donor guruhlar oshiradi va

osonlashtiradi. Shu sababli yuqoridagi moddalarni xlorlash keltirilgan qatorda qiyinlashib boradi.

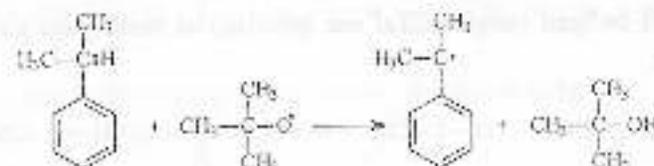
4. Kuzol di-uchlamchi-butilperoksidi ishtirokida qizdirilganda 2,3-dimetil-2,3-difenilbutan hosil bo'lgan. Bu moddaning hosil bo'lishi mexanizmi qanday?

**Yechish**

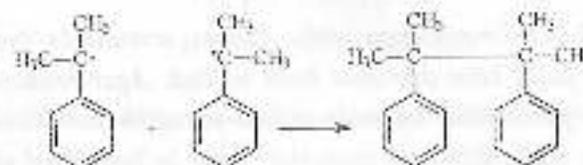
Di-uchlamchi-butilperoksidi qizdirilganda quyidagi sxema bo'yicha parchalanadi:



Hosil bo'lgan uchlamchi-butiloksi radikali kumoldan eng faol vodorodni tarib oladi:



Yangi radikalning dimerlanishi 2,3-dimetil-2,3-difenilbutanga olib keladi:

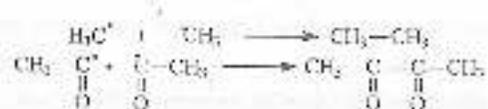


5. Atseton suyuq fazada fozoliga ochratilsa qanday birikmalar hosil bo'lishi mumkin?

*Yechish.* Atseton fotolizida molekuladagi uglerod-uglerod bog'i radikallar hosil qilib quyidagicha uziladi:



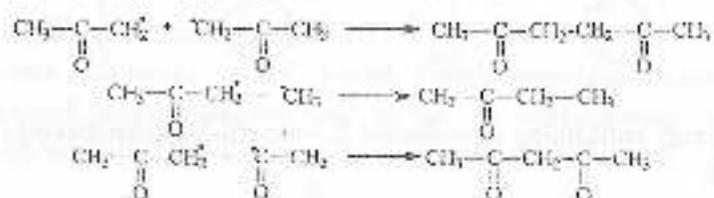
Bu radikallar o'zaro birikib quyidagi moddalarni hosil qiladi:



Metil radikali atsetonda vodorod tortib olishi ham mumkin:

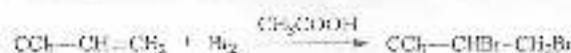


Hosil bo'lgan yangi radikal esa quyidagicha reaksiyaga kirishishi mumkin:



5. 3,3,3-Uxlorpropenga sirka kislota eritmasida brom ta'sir ettirilganda faqat bitta dibromid hosil bo'ladi. Agar reaksiya qubus erituvchida, peroksidlar ishtirokida yoki yorug'lik nuri ta'siri ostida olib borilsa, ikkita dibromid izomerlari hosil bo'ladi. Buni qanday tushuntirish mumkin? Hosil bo'lgan dibromid izomerlarining tuzilishi qanday?

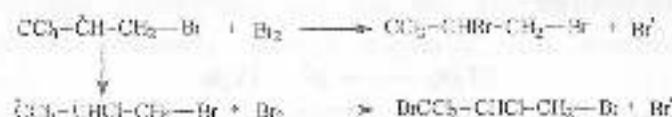
*Yechish.* Sirka kislota eritmasida bromning 3,3,3-uxlorpropenga birikishi elektrofil mexanizmda sodir bo'ladi va yagona mahsulot 1,2-dibrom-3,3,3-uxlorpropan hosil qiladi:



Peroksidlar yoki yorug'lik nuri ishtirokida esa reaksiya radikal mexanizmda boradi:



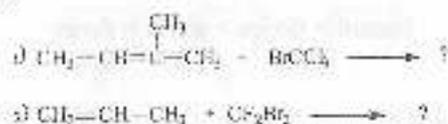
Bu reaksiyada hosil bo'lgan  $\text{CCl}_3-\dot{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_2-\text{Br}$  radikali shundayligicha yoki izomerlangan holda brom molekulasi bilan reaksiyaga kirishishi mumkin:



Shunday qilib, peroksidlar ishtirokida hosil bo'lgan ikkita dibromid quyidagicha tuzilishga ega:

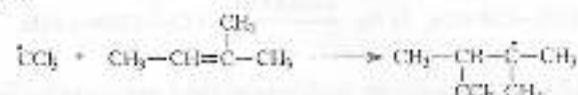
- 1)  $\text{CCl}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{Br}$
- 2)  $\text{BrCCl}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{Br}$

7. Radikal reaksiya sharoitida quyidagi birikish reaksiyalari qanday sodir bo'ladi?



### Yechish

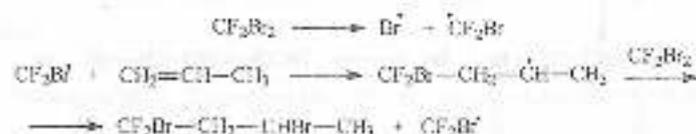
1) Reaksiya bromuchlorometandan  $\cdot\text{CCl}_3$  radikali hosil bo'lishi va uning qo'sh bog'ning fa'zoviy jihatdan qulay bo'lgan joyiga birikishi bilan boradi:



Hosil bo'lgan yangi radikal  $\text{BrCCl}_2$  dan bromni tortib oladi va reaksiya shu tariqa davom etadi:



2) Ikkinchi reaksiyada radikal C-F bog'ning emass, balki C-Br bog'ning uzilishi bilan hosil bo'ladi, chunki C-Br bog'ning uzilish energiyasi kichikdir:



## 41. GETEROTSIKLIK BIRIKMALARNING TUZILISHI VA XOSSALARI HAQIDA

Geterotsiklik birikmalar - tiofen, pirrol, furan aromatik xususiyatga ega bo'lib, yadrolardagi  $\pi$ -elektronlarning tekis taqsimlanish darajasi benzoldagi elektronlarning taqsimlanishiga nisbatan past bo'lib, quyidagi qatorda kamsiyib boradi:

benzol	>	tiofen	>	pirrol	>	furan
1		0,962		0,959		0,951

Ammo bu birikmalarning elektrofil reagentlar bilan reaksiyaga kirishish qobiliyati quyidagi qatorda pasayib boradi:

pirrol > furan > tiofen > benzol

Pirrol yoki furanlarning kislotali muhitda kuchli smolalanishi  $\pi$ -elektronlar delokallanish darajasining pastligi, halqaning beqururligi-dandir.

Geterotsiklik birikmalarning elektrofil yoki nukleofil reagentlarga nisbatan reaksiya qobiliyati ularning tuzilishiga bog'liq. Geteroaromatik birikma halqasidagi atomlar yo  $\pi$ -elektronlarga boy, yoki ularning  $\pi$ -elektronlar etishmaydigan holatda bo'lishi mumkin. Shu jihatdan ular  $\pi$ -elektronlari ortiqcha yoki  $\pi$ -defitsit strukturaga ega bo'lishi mumkin.  $\pi$ -Elektronlari ortiqcha geterotsiklik birikma halqasidagi  $\pi$ -elektronlarning soni halqadagi atomlar sonidan ko'p bo'ladi. Bunday geterotsiklik birikmalarga misol qilib pirrol, tiofen va furan kabi besh a'zoli geterotsiklik birikmalarni keltirish mumkin. Ularning halqasidagi atomlar soni 5ta, delokallangan  $\pi$ -elektronlar soni esa 6ta. Shuning uchun bunday geterotsiklik birikmalar elektrofil reagentlar bilan oson reaksiyaga kirishadi.

Piridin, pirimidin va boshqa azinlar  $\pi$ -defitsit geterotsiklik birikmalarga kiradi. Ularning elektrofil reagentlar bilan reaksiyaga kirishishi qiyinlashadi va nukleofil reagentlar bilan reaksiyaga kirishishi osonlashadi. Haqiqatdan ham piridin yadrosining 2- va 4-holatlariga nukleofil almashinish xarakterlidir. Elektrofil almashinish esa qiyinlik bilan bo'lsada 3-holatda sodir bo'ladi.

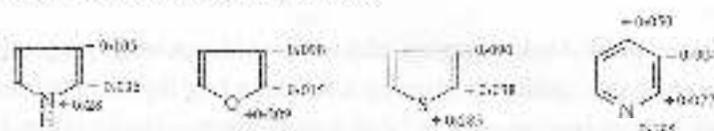
Halqada bir vaqtning o'zida ham pirrol turidagi azotni, ham piridin turidagi azotni tutuvchi geterotsiklik birikmalar  $\pi$ -amfoter geterotsiklik birikmalar deyiladi.

Misol tariqasida pirazol, imidazol va oksazolarni keltirish mumkin:



Geterotsiklik birikmalardagi geterootom qisman musbat zaryadlangan bo'lsa (elektronlarini berib) bu geterotsiklik birikma  $\pi$ -elektron-

larga boy geterotsiklik birikma bo'ladi.  $\pi$ -Defitsit geterotsiklik birikmalarda esa geteratom o'ziga elektronlarni tortib qisman manfiy zaryadlangan bo'ladi. Pirool, furan, tiofen va piridin halqalaridagi zaryadlarning taqsimlanishi quyidagicha:



Elektronlarning bunday taqsimlanishi ularning elektrofil yoki nukleofil reagentlar bilan reaksiya qobiliyatini belgilaydi.

Yuqorida keltirilgan besh a'zoli geterotsiklik birikmalarning elektrofil reagentlar bilan reaksiya qobiliyati quyidagi qatorda kamayib boradi:

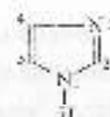


Misol tariqasida nitrosirka kislota angidridi bilan atsillash reaksiyasi o'tkazilganda tiofonga nisbatan furan 150-marta, pirool esa  $5,3 \cdot 10^7$  marta tez reaksiyaga kirishishi aniqlangan. Bunday reaksiya qobiliyat yadroning 2- va 3-holatidagi almashinish selektivligiga ham ta'sir ko'rsatadi. Natijada piroolda eng ko'p, furanda esa eng kam miqdorda 3-holatda almashingan mahsulot hosil bo'ladi. Bu geterotsiklik birikmalarning barchasida 80-100% miqdorda asosiy mahsulot - 2-holatda almashingan mahsulot hosil bo'ladi. 2- va 3-holatidagi almashinish mahsulotlarining nisbati elektrofil reagentning faolligiga ham bog'liq.

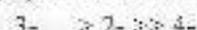
3-Holatdagi elektron zichlikning 2-holatdagi elektron zichlikka nisbatan ko'p bo'lishiga qaramasdan almashinishning asosan 2-holatda bo'lishi solvatlanish ta'sirining roli bilan tushuntiriladi.

Ikkita geteratomli besh a'zoli geterotsiklik birikmalarning elektrofil almashinish reaksiyalaridagi faolligi: imidazol > oksazol > tiazol qatorida kamayib boradi.

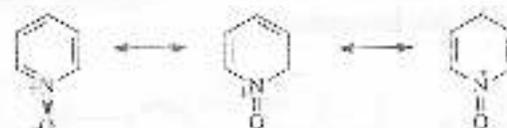
imidazol esa pirazolga nisbatan faolroqdir. Imidazol yadrosidagi holatlarning fuolligi quyidagi qatorda kamayib boradi: 5- > 4- > 2-



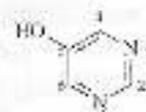
$\pi$ -Defitsit geterotsiklik birikmalardan piridin yadrosidagi elektrofil almashinish qiyin ketadi va asosan 3-holatda sodir bo'ladi, holatlarning reaksiya qobiliyati quyidagi qatorda keskin kamayib boradi:



Masalan, piridining tutovchi sulfat kislotasi ishtirokida kaliy nitrat ta'sir ettirib 15% umum bilan 3-nitropiridin olingan. Piridinni sulfolash, bromlash reaksiyalari ham qiyinlik bilan sodir bo'ladi. Reaksiyalarning bunday qiyinlik bilan bo'lishi piridinning tuz hosil qilib ion holatga o'tishi bilan tushuntiriladi. Piridin-N-oksidi esa elektrofil almashinish reaksiyalariga osonlik bilan kirishadi, chunki bunda u neytral molekula holida reaksiyaga kirishadi va mezomeriya tufayli uning 2- va 4-holatlari elektrofil almashinish uchun qulaydir.



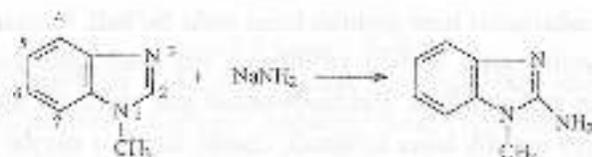
Azin yadrosiga elektronodonor guruh kiritilsa elektrofil almashinish osonlashadi. Masalan, 5-gidroksipirimidinning 4-holati juda oson azo-qo'shilish, aminometillash reaksiyalariga kirishadi:



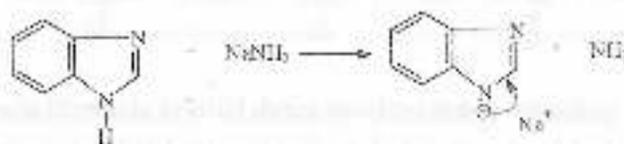
3-Gidroksipiridin tug'risida ham shunday deyish mumkin. Benzazina (xiazolin, izoxiazolin, xiazolin va b.) elektrofil almashinish benzol yadrosida sodir bo'ladi:

Almashinish usosan 6-va 8-holatlarda kuzatiladi. Xuddi 2,4-dinitroftorbenzoldagi ftorning nukleoofil almashinishi oson bo'lganidek, 2- va 4-galogenpiridin-, pirimidin-, xiazolinlardagi galogentlar nukleoofil almashinish reaksiyalariga oson kirishadi. Bunda galogentlar bog'ning qutbilligiga qarab, quyidagi qatorda almashinishi qiyinlashib boradi:  $F \gg Cl \gg Br > I$

Geterotsiklik birikmaning anion holiga o'tishi reaksiyani qiyinlashtiradi yoki reaksiya butunlay bormaydi. Masalan, 1-metilbenzimidazol natriy amidi ta'siri ostida 2-holatga aminlanadi:



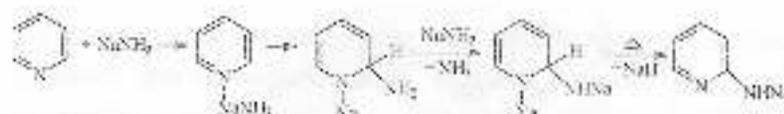
Benzimidazol esa bunday reaksiyaga kirishmaydi, chunki u  $\text{NaNH}_2$  ta'sirida 1-holatda anion hosil qiladi, bu anion halqaning 2-holatidagi musbat zaryadni keskin kamaytiradi:



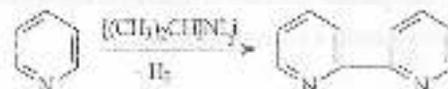
Nitrobenzoldan farqli ravishda piridin yadrosidagi vodorod nukleoofil almashinish reaksiyasiga oson kirishadi:



Reaksiya tezligini belgilovchi bosqich - gidrid ionning tortib olinish (chiqib ketish) bosqichi bo'lib, bu bosqich nitrobenzolda qiyin, piridinida esa juda oson kechadi:

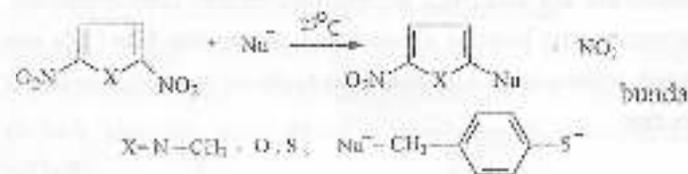


Nukleoofil reagentlar ta'sirida azinlar dimerlanish reaksiyasiga kirishadi. Azin yoki azollarga metall amidlari, metalorganik birikmalar, ishqoriy metallar ta'sir etirilganda ular dimerlanadi:



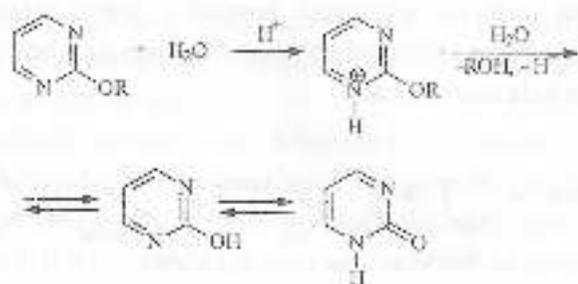
Dimerlarning hosil bo'lishi karbanion yoki anion-radikal mexanizm bilan tushuntiriladi.

$\pi$ -Elektronlarga boy besh a'zoli geterotsiklik birikmalarda nukleoofil almashinish ularning halqasidagi elektronoakseptor guruhlar ta'sirida borishi mumkin. Masalan:

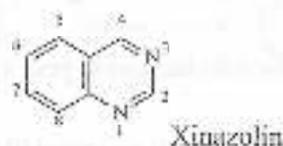


Bu reaksiya 1,4-dinitrobenzoldagi  $-\text{NO}_2$  guruhining nukleoofil almashinish reaksiyasiga o'xshashdir.

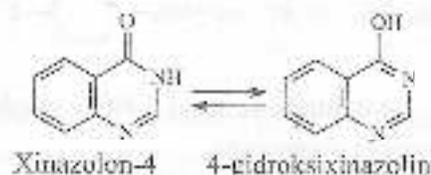
Geterotsiklik birikmaning kation holiga o'tishi nukleoofil almashinish reaksiyasini osonlashtiradi. Masalan, azinlarning oddiy efirlari juda osonlik bilan mineral kislotalar ishtirokida gidroizlanadi:



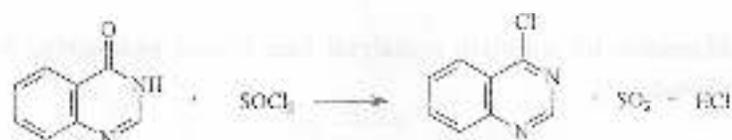
Benzol yadrosi bilan kondensirlangan geterotsiklik birikmalarning kimyoviy reaksiyalarida ham geterotsikllarning u yuki bu reaksiyalarga moyilligi saqlanadi. Shu bilan birga aromatik yadrodagi reaksiyalar ham kuzatiladi. Misol tariqasida xiazolin (benzpirimidin) va uning ba'zi hosilalarining reaksiyalarini keltirish mumkin:



Xuddi pirimidin yadrosida bo'lganidek, xiazolin yadrosining 2- va 4-holatlarda nukleofil almashinish reaksiyalari, benzol yadrosining 6- va 8-holatlarda esa elektrofil almashinish reaksiyalari kuzatiladi. Masalan, xiazolinning hosilasi xiazolon-4, aynan shu 4-holatda nukleofil almashinish reaksiyasiga kirishadi. Xiazolon-4 quyidagi tautomer tuzilishlarga ega:

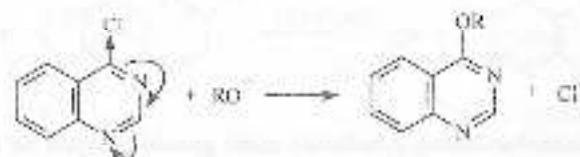


Xiazolon-4 fosfor(V)-xlorid, tiotilxlorid, fosfor oksixloridi ta'sirlarida osonlik bilan 4-xlorxiazolin hosil qiladi:



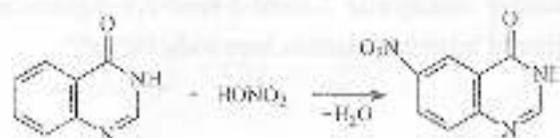
4-Xlorxiazolin tarkibidagi xlor juda osonlik bilan turli nukleofil almashinish reaksiyalariga kirishadi. Masalan, u sianid ionlari, spirtlar, merkaptanlar, ammiak, aminlar, aminospirtlar, gidrazin hosilalari va boshqalar bilan reaksiyaga kirishib, sian-, alkoksi-, amino- va boshqa guruhli birikmalarga aylanadi.

Reaksiyalarning osonlik bilan ketishini shundan ham bilsa bo'ladiki, 4-xlorxiazolin namlik ta'sirida xiazolon-4ga, metanol eritmasida, uy haroratida saqlash vaqtida 4-metoksixiazolinoga aylanadi:

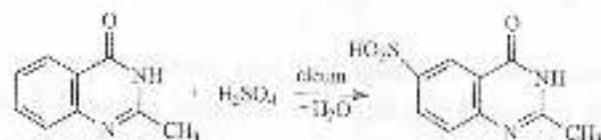


Bu reaksiyalar kislotalar ta'sirida yanada tezlashadi. Bunga sabab, kislotalar azot atomlari hisobiga ammoniy tuzlarini hosil qiladi va to'rtinchi azot nukleofil almashinish sodir bo'layotgan ugleroddagi musbat zaryadni oshiradi va nukleofil hujumini osonlashtiradi.

Xiazolon-4ning geterotsiklik yadrosida elektrofil almashinish reaksiyasi bormaydi, balki, yuqorida ta'kidlanganidek, benzol halqasida sodir bo'ladi. Masalan, xiazolon-4 ni nitrolanganda 6-nitroxiazolon-4 hosil bo'ladi:



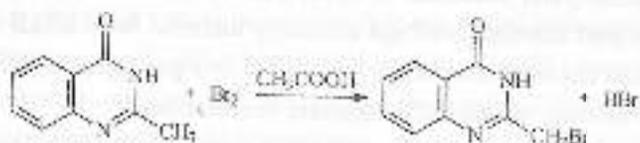
Xinazolon-4ni sulfolash reaksiyasi ham benzol yadrosining 6-holatiga ketadi:



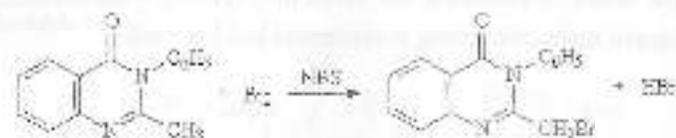
Xinazolon-4 ni sirka kislota eritmasida bromlanganda ham 6-holatda almashingan bromli hosila olingan:



Agar xinazolon-4ning 2-holatida metil guruhi mavjud bo'lsa, bromlash mana shu metil guruhidagi vodorodlarning almashinishi bilan bo'ladi:

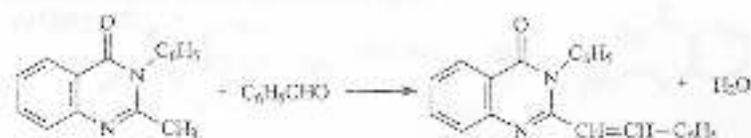


Ma'lumki, xinazolon-4ning pirimidin yadrosidagi azot atomlarining ta'siri ostida 2-metil guruhidagi vodorodlarning kislotaliligi ortadi va ular elektrofil yoki radikal almashinish reaksiyalariga moyil bo'lib qoladi. Xuddi shunday reaksiyalar 2-metil-3-fenil-3,4-digidroxinazolon-6ni N-bromsuksinimid bilan bromlashda ham sodir bo'ladi:



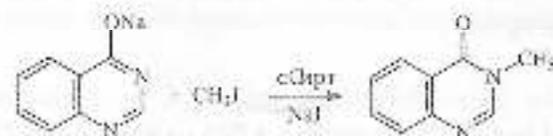
Shuni ta'kidlash kerakki, sirka kislota eritmasidagi bromlash elektrofil, N-bromsuksinimid (NBS) bilan bromlash esa radikal mexanizmda boradi. Hosil bo'lgan 2-brommetilxinazolon-4 tarkibidagi brom nukleofil almashinish reaksiyalariga juda oson kirishadi.

2-Metilxinazolon-4 tarkibidagi metil guruhi vodorodlarining kislotaliligining ortganligi tufayli, ular juda osonlik bilan aldegidlar bilan aldol-kroton kundensatsiyasiga kirishadi:

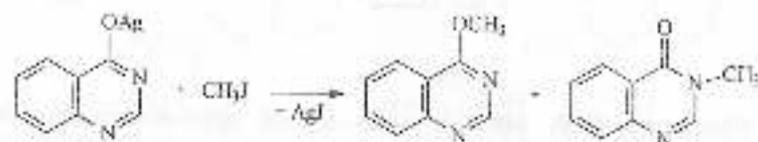


Tabiiyki, bu reaksiyalar haru to'rtlamchi tuz hosil bo'lishi hisobiga kislotali katalizatorlar, masalan perlorat kislota, ishtirokida osonlashadi. Ma'lumki, bu reaksiyaning mexanizmi ham CH<sub>3</sub>-guruhidagi vodorodlarning elektrofil almashinish mexanizmidir.

Yadrosida hech qanday o'rinbosari bo'lmagan xinazolon-4 ni uning natriyli yoki kaliyli tuzlari shaklida alkillash mumkin. Masalan, xinazolon-4ning natriyli tuzi spirtli eritmada metilyodid yoki dimetilsulfat bilan metillanganda 3-N-metil-xinazolon-4 hosil bo'ladi:

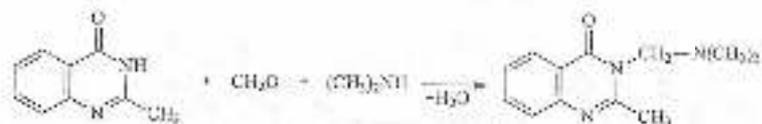


Agar reaksiya kumushli tuz bilan olib borilsa, 4-metoksixinazolin va 3-N-metil mahsulotlarning aralashmasi hosil bo'ladi:

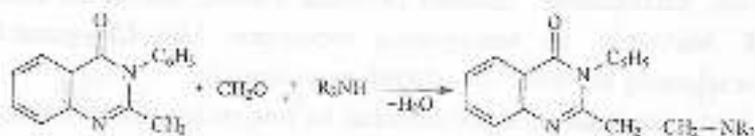


Bu reaksiyalar ham xinazolon-4 yadrosidagi elektrofil almashinish reaksiyalaridir.

Xinazolon-4 ning 3-N-holatiga yoki 2-CH<sub>3</sub>-holatiga aminometillash reaksiyalari ham elektrofil almashinish reaksiyalaridir:



Agar 3-N-holatidagi vodorod almashingan bo'lsa, reaksiya metil guruhi hisobiga ketadi:



Geterotsiklik birikmalar uchun bu yerda ko'rib chiqilmagan qaytarilish, N-alkil- yoki N-atsil tuzlarining, kompleks va N-oksiddar hosil bo'lish va hoshiqa reaksiyalari ham ma'lum. Biz bu reaksiyalar to'g'risida to'xtalmaymiz.

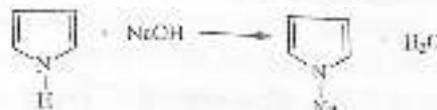
#### Misolalar

1. Pirrol (q.t. 131°C) tiefen (q.t. 82°C) va furan (q.t. 32°C)ga nisbatan yuqori temperaturada qaynaydi. Biringa sabab nima?

#### Yechish.

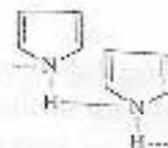


Pirrolning boshqa besh a'zoli geterotsiklik birikmalarga nisbatan yuqori temperaturada qaynashi uning tuzilishidan kelib chiqadi. Undagi azot atomining bo'linmagan elektron juftlari yadrodagi qo'sh bog' elektronlari bilan tutashib, yagona  $\sigma$ -elektron sistemasini hosil qiladi. Buning natijasida N-H bog'ining elektronlari azotga toton kuchli tortiladi va vodorodning kisotali xususiyati ortadi, u osonlik bilan ishqorlar ta'sirida metallga almashinadi:



Bu xossa fenolning xossasini eslatadi.

N-H bog'i kuchliligining ortishi molekulararo vodorod bog'ining hosil bo'lishiga sabab bo'ladi:



Bu esa uning qaynash temperaturasining yuqori bo'lishini ta'minlaydi.

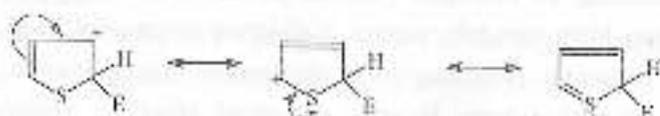
2. Tiefenning 2- va 3-holatlariga elektrofil hujum qilganda hosil bo'ladigan  $\sigma$ -komplekslarning qavortiligi hamda elektrofil almashinishning usosty yo'nalishini tushuntiring.

### Yechish

Elektrofil  $E^+$  tiofenning 2-holatiga hujum qilganda quyidagi  $\sigma$ -kompleks hosil bo'ladi:



va u quyidagi mezomer tuzilishlarga ega:



Elektrofil 3-holatga hujum qilganda esa quyidagi  $\sigma$ -kompleks hosil bo'ladi:



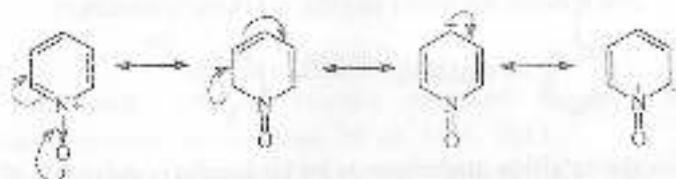
va unda quyidagi mezomer holatlar kuzatiladi:



Ko'rinib turibdiki, 2-holatga hujum sodir bo'lganda hosil bo'ladigan karbokatyon ko'proq mezomer tuzilishga ega va shu sababli barqarorroq. Shuning uchun tiofen va boshqa besh a'zoli geterotsiklik hirkimalar – pirrol va furanlar yadrosidagi elektrofil almashinish 2-holatda sodir bo'ladi.

3. Piridin-N-oksidining mezomer struktura formulalarini yozing. Yadroning qaysi holatlarida elektrofil almashinish ketishini ko'rsating.

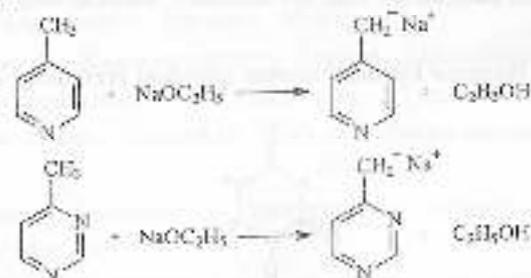
**Yechish.** Piridin-N-oksidining mezomer struktura formulalarini quyidagicha tasvirlash mumkin:



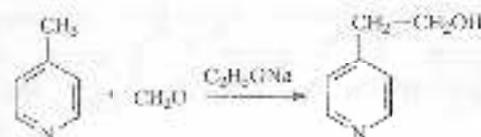
Bu formulalardan shuni ko'rish mumkinki, piridin-N-oksid molekulasida elektron zichlik kislorod, 2- va 4-holatlaridagi uglerod atomlarida ko'proq bo'ladi. Bu esa piridin-N-oksidi yadrosidagi aynan shu 2- va 4-holatlarida elektrofil reagentning hujumiga qulaylik tug'diradi.

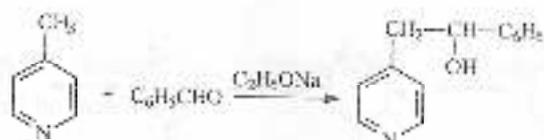
4. 4-Metilpiridinining natriy etilat ishtirokidagi chamonli va benzoy aldegidari bilan reaksiya sxemalari va mexanizmini yozing.

**Yechish.** Piridin yoki pirimidin yadrolarining 2- va 4-holatlarida joylashgan metil guruhining vodorodlari yadrodagi azotning elektroakseptorlik xususiyati ta'sirida harakatchan (kislotali) bo'lib qoladi va ishqorlar yoki boshqa asuslar ta'sirida proton shaklida osonlik bilan chiqib ketadi:

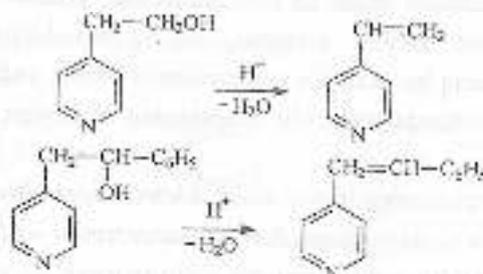


Shu sababdan 4-metilpiridin yoki 4-metilpirimidin aldegidlar bilan kondensatsiya reaksiyasiga kirishadi:





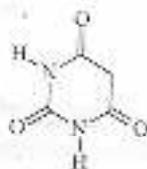
Kislotalar ta'sirida qizdirilganda bu birikmalar o'zidan suv chiqarib to'yinmagan birikmalarga aylanadi:



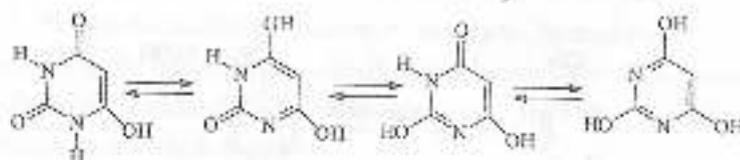
Reaksiyalarning mexanizmi aldol kondensatsiyasining mexanizmidir.

5. Barbitur kislodasi 2,4,6-trigidroksipirimidin bo'lib, tulli tautomer shakllarda mavjud bo'ladi. Bu tautomer shakllarning formulalarini yozing.

**Yechish.** Barbitur kislodasi asosan quyidagi formulaga ega:



Uning tautomer shakllari quyidagilardan iborat:



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

### Zamonaviy chet el adabiyotlari:

1. M.B.Smith, I.March, March's Advanced Organic Chemistry, reactions, mechanisms and structure, 7th ed., USA, 2013.
2. John Mc Murry, Organic Chemistry, Ninth education, USA, 2015.
3. J. Clayden, S.Warren, Organic Chemistry, New York, 2012.
4. Ji Jack Li, Name reactions a collection of detailed mechanisms and synthetic applications, Berlin Heidelberg, 2009.
5. K. P. Vollhardt, N.E. Schore, Organic Chemistry, USA, 2010.

### Internet resurslar:

1. [https://www.wikipedia.org/wiki/mobile\\_operating\\_system](https://www.wikipedia.org/wiki/mobile_operating_system).
2. [https://www.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_mobile\\_operating\\_systems](https://www.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_mobile_operating_systems).

### Boshqa adabiyotlar:

1. H.M.Shohidoyatov, X.O'.Xodjaniyazov, H.S.Tojimuhamedov, Organik kimyo, Toshkent, «Fan va Texnologiya», 2014-y.
2. X.M.Шохидоятов, X.Ў.Ходжанов, Функционально-замещенный триазинон, Ташкент, 2010 г.
3. Дж. Дж. Ли, Именные реакции, Берлин, Хайделберг, 2009 г.
4. А.С.Диевровский, Т.И.Гесинакова, Теоретические основы органической химии, Ленинград, «Химия», Ленинградское отделение, 1991г.
5. Г.Беккер, Выделение и электрошную теория органических реакций, М: «Мир», 1977г.
6. П.Сейке, Механизмы реакций в органической химии, М: «Химия», 1991г.
7. Органикум, Практикум по органической химии, 1 и 2 т., М: «Мир», 1979г.
8. А.Е.Агровомов, Избранные главы органической химии, М: «Химия», 1990г.
9. З.Гаупман, Ю. Грefe, X.Ремпе, Органическая химия, М: «Химия», 1979г.

17. Spirtlar, fenollar va karbon kislotalarning kislotali xususiyatlari.....	70
Misollar.....	73
18. Aminobirikmalarning asosli xususiyatlari.....	76
Misollar.....	78
19. Qattiq va yumshoq kislota va asoslar.....	80
20. Organik reaksiylarning mexanizmi nima?.....	82
21. Organik reaksiylarning turlari.....	83
Misollar.....	89
22. Organik reaksiylarning tezliklari va kinetik izotop effekti.....	91
Misollar.....	93
23. O'qish holati nazariyasi.....	94
24. To'yingan uglerod atomidagi nukleofil almashinish reaksiyasi.....	98
Misollar.....	100
25. SN1 reaksiyasi va uning o'ziga xos xususiyatlari.....	101
Misollar va masalalar.....	110
26. SN2 reaksiyasi va uning o'ziga xos xususiyatlari.....	111
Misollar va masalalar.....	121
27. Nukleofil almashinish reaksiylarining mexanizmlari bilan reaksiya mahsulotlari orasidagi bog'lanish.....	124
Misollar va masalalar.....	130
28. Olefinlar va aromatik birikmalardagi elektrofil reaksiyalar.....	133
Misollar va masalalar.....	136
29. Olefinlarga elektrofil birikish reaksiyasining mexanizmi.....	138
30. Markovnikov qoidasi to'g'risida.....	139
Misollar va masalalar.....	143
31. Koa'yugirlangan qo'sh bog'li dienlarga birikish reaksiyalari.....	148
Misollar.....	149
32. Alkinlarga birikish reaksiyalari.....	152
Misollar.....	155
33. Benzol yadrosidagi elektrofil almashinish reaksiyalari.....	156
Misollar.....	160
34. O'rinbosarlarning yo'naltiruvchi ta'siri.....	164
Misollar.....	175
35. Ayrim elektrofil almashinish reaksiyalari va ularning o'ziga xos xususiyatlari.....	182

Misollar va masalalar.....	217
36. Reaksiya qobiliyat, selektivlik va ayrim holatlardagi almashinish. P- va m-izomerlarning nisbati.....	221
37. Reagentlarning fazoviy ta'siri. O- va p-izomerlarning nisbati - 0,5 o-/p-.....	224
38. Benzol yadrosidagi o'rinbosarlarning elektrofil almashinish reaksiyalari.....	225
Misollar.....	228
39. To'yingan uglerod atomidagi vodorodning elektrofil almashinish reaksiyalari.....	232
Misollar.....	237
40. Radikal almashinish va birikish reaksiyalari.....	241
40.1 Radikal almashinish reaksiyalari.....	244
40.2 Radikal almashinish reaksiyalarida reagentlarning reaksiya qobiliyati.....	246
40.3 Radikal galogenlash.....	248
40.4 Oksidlash reaksiyasi to'g'risida.....	250
40.5 Radikal birikish reaksiyalari.....	252
Misol va masalalar.....	255
41. Geterotsiklik birikmalarning tuzilishi va xossalari haqida.....	260
Misollar.....	270
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	275

17. Sp  
xususiyatli  
Misol  
18. A  
Misol  
19. Qi  
20. O  
21. O  
Miso/  
22. O  
Miso  
23. C  
24. T  
reaksiyas  
Miso  
25. S  
Miso  
26. S  
Miso  
27.  
reaksiya  
Mis  
28.  
Mis  
29.  
30.  
Mi  
31.  
reaksiy  
Mi  
32  
M  
33  
M  
34  
M  
3'  
o'ziga

*Ilmiy-uslubiy nashr*

**I.I.S. Tojimuhammedov**

**ORGANIK BIRIKMALARNING  
TUZILISHI VA REAKSIYAGA KIRISHISH  
QOBILİYATI**

**Muharrirlar:** A.Tilavov  
A.Abdusalilov  
**Tex. muharrir:** Y.O'rinov  
**Musahhiha:** G.Azamova  
**Dizayner:** Y.O'rinov

**Nash. lits. №7970-9851-48b3-46a5-3e39-6117-9767**

**28.08.2020-yil**

Terishga 14.10.2020-yilda berildi. Bosishga 14.12.2020-yilda ruxsat  
etildi. Bichimi: 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Ofset bosma. «Times New Roman»

garniturasida. Shartli b.t. 17,5. Nashr b.t. 16,27.

Adadi 100 nusxa. Buyurtma №24.

Bahosi shartnoma asosida.

«Go To Print» nashriyoti, Toshkent shahri,  
Olmazor m.ani, Shiroq ko'chasi 100-uy  
e-mail: go\_to\_print@mail.ru

«Go To Print» MCHJ bosmaxonasida bosildi.

Toshkent shahri, Shiroq ko'chasi, 100-uy.

Telefon: +99871 228-07-96, faks: +99871 228-07-95.