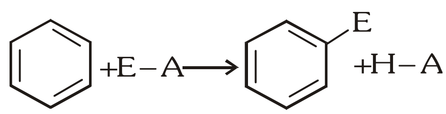
इलेक्ट्रॉन स्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन

❑ **परिचय (Introduction) :**

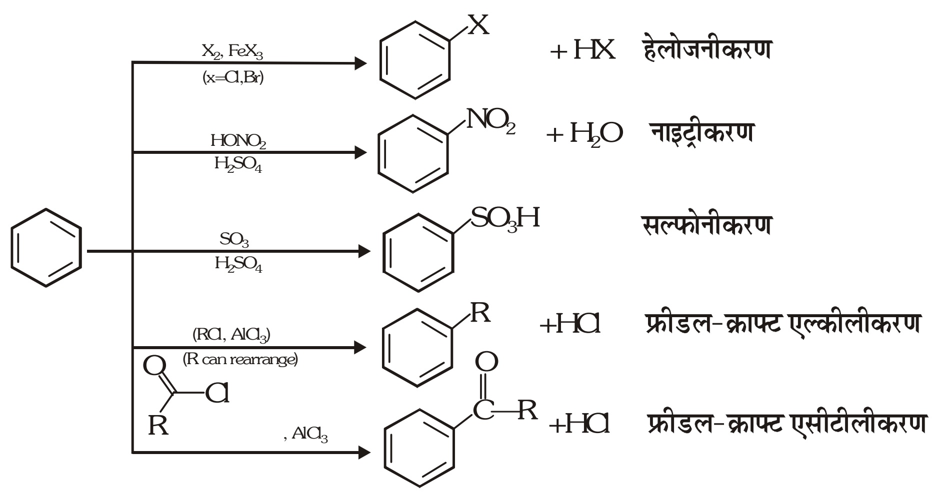
ऐरोमेटिक हाइड्रोकार्बन को सामान्यतः एरीन कहा जाता है। एरीन में से एक हाइड्रोजन परमाणु निकल जाने पर एक एरिल समूह व्युत्पन्न होता है तथा इसे Ar— चिन्ह द्वारा प्रदर्शित करते है। इस प्रकार एरीन को ArH से निर्देशित किया जाता है। जैसे एल्केन को RH से बेन्जेनॉयड एरीन की मुख्यः लाक्षणिक अभिक्रिया प्रतिस्थापन है तथा तब सम्पन्न होती है जब वे इलेक्ट्रॉन स्नेही अभिकर्मक के साथ क्रिया करते है। यह अभिक्रिया सामान्य प्रकार की होती है जिसे नीचे दर्शाया गया है

$$Ar - H + E - A \longrightarrow Ar - E + H - A$$



इलेक्ट्रॉन स्नेही या तो धनायन (E^+) होते है या अत्यधिक आंशिक धनावेश युक्त कुछ अन्य इलेक्ट्रॉन न्यून स्पीशीज होते है। उदाहरण के लिए बेंजीन का ब्रोमीनीकरण किया जा सकता है जब यह $FeBr_3$ की उपस्थिति में ब्रोमीन से क्रिया करती है। ब्रोमीन तथा $FeBr_3$ क्रिया करके धनात्मक ब्रोमीन आयन Br^+ का निर्माण करते है। ये धनात्मक ब्रोमीन आयन नाभिकस्नेही के रुप में कार्य करते हैं तथा एक अभिक्रिया में एक हाइड्रोजन परमाणु को प्रतिस्थापित कर बेंजीन वलय पर आक्रमण करते है। यह नाभिक स्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन अभिक्रिया कहलाती है।

इलेक्ट्रॉन स्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन एक ऐरोमेटिक वलय में बहुत प्रकार के समूहों के प्रवेश को स्वीकार्य करता है तथा इसके कारण वे बहुत से महत्वपूर्ण यौगिक के लिए संश्लेषण पथ प्रदान करता है। पांच इलेक्ट्रॉन स्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन का रेखीय चित्र दिया गया है जिसका अध्ययन हम इस अध्याय में करेंगे।



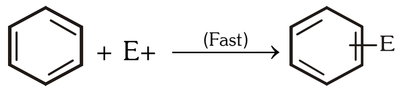
इलेक्ट्रॉन स्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन अभिक्रिया

(1) **इलेक्ट्रॉन स्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन अभिक्रिया के लिए सामान्य क्रियाविधि :**

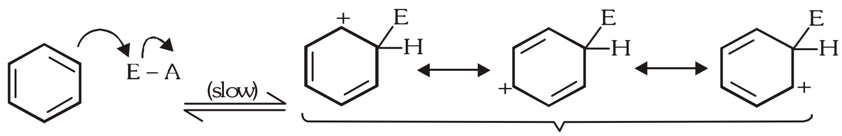
बेंजीन विसरित π इलेक्ट्रॉन के कारण प्राथमिक रूप से इलेक्ट्रॉन स्नेही आक्रमण के प्रति सुग्राही होते है। इस संन्दर्भ में बेंजीन एल्कीन का अनुकरण करता है एल्कीन की अभिक्रिया में इलेक्ट्रॉन स्नेही के आक्रमण का स्थान विसरित π बंध होता है।

हम देखते है बेंजीन एल्कीन से कई अर्थ पूर्ण तरीकों से भिन्न होती है। बेंजीन के 6π इलेक्ट्रॉन का बंद कोश इसको विशिष्ट स्थायित्व देता है। इसलिए यद्यपि बेंजीन इलेक्ट्रॉन स्नेही आक्रमण के प्रति सुग्राही होती है, ये योगात्मक अभिक्रिया की तुलना में प्रतिस्थापन अभिक्रिया देती है। प्रतिस्थापन अभिक्रिया इलेक्ट्रॉन स्नेही द्वारा आक्रमण सम्पन्न होने के पश्चात् π इलेक्ट्रॉन के ऐरोमेटिक षष्टक को पुनः उत्पन्न करती है। इस प्रकार हम देख सकते हैं कि इलेक्ट्रॉन स्नेही एरोमेटिक प्रतिस्थापन के लिए किस प्रकार सामान्य क्रियाविधि सम्पन्न होती है।

जब अभिक्रिया में इलेक्ट्रॉन स्नेही E^+ उत्पन्न होता है, यह बेंजीन वलय के π अभ्र के साथ π संकुल के निर्माण हेतु दुर्बल आकर्षण क्षेत्र में प्रवेश करता है इन्हे आवेश स्थानान्तरण संकुल कहते है। संकुल में जिसे बेंजीन, ब्रोमीन के साथ बनाता है यह प्रदर्शित होता है कि हैलोजन अणु बेंजीन वलय के तल के समकोण पर तथा केन्द्र में स्थित होता है।

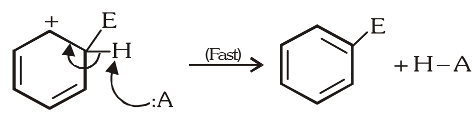


Step I



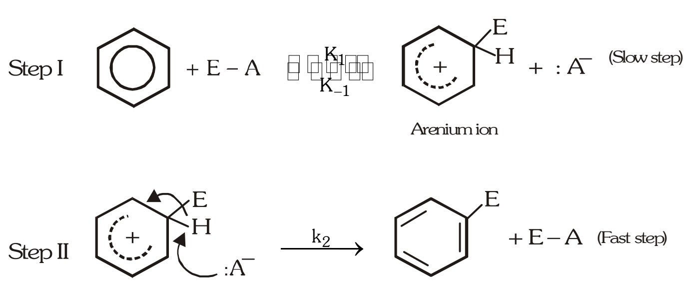
प्रथम पद में इलेक्ट्रॉन स्नेही छः-इलेक्ट्रॉन π तंत्र के दो इलेक्ट्रॉन लेकर बेंजीन वलय के एक कार्बन परमाणु के साथ σ बंध बनाता है। इस बंध का निर्माण π - इलेक्ट्रॉन के चक्रीय तंत्र में बाधा उत्पन्न करता है क्योंकि एरीनियम आयन के निर्माण में इलेक्ट्रॉन स्नेही जिस कार्बन से बंध बनाता है वह sp^3 संकरित होता है तथा इसलिए इसमें p-कक्षक अधिक उपलब्ध नहीं हो पाते है। अब केवल वलय के शेष पाँच कार्बन परमाणु sp^2 संकरित होते है तथा इनमें p-कक्षक होते है । बेंजीन वलय पर ब्रोमीन के इलेक्ट्रॉन स्नेही योग द्वारा निर्मित प्रायोगिक वैद्युत स्थैतिक विभव आरेख दर्शाता है कि एरिनियम आयन की वलय में धनावेश दर्शायी गयी अनुनादी संरचनाओं के अनुसार बॅटा होता है।

द्वितीय पद में एरीनियम आयन के कार्बन परमाणु से प्रोटॉन को हटाया जाता है जो इलेक्ट्रॉन स्नेही रखता है। दो इलेक्ट्रॉन जो कार्बन के प्रोटोन से बंधित होते है π तंत्र का भाग बन जाते हैं। कार्बन परमाणु जो इलेक्ट्रॉन स्नेही रखता है पुनः sp^2 संकरित हो जाता है तथा पूर्णतया विस्थानीकृत छः π इलेक्ट्रॉन युक्त बेंजीन व्युत्पन्न का निर्माण होता है। हम पद द्वितीय को एरीनियम आयन की किसी एक अनुनादी संरचना द्वारा प्रदर्शित कर सकते है।



(प्रोटोने को किसी उपस्थित क्षार द्वारा हटाया जाता है। उदाहरण के लिए इलेक्ट्रॉन स्नेही से व्युत्पन्न ऋणायन द्वारा।)

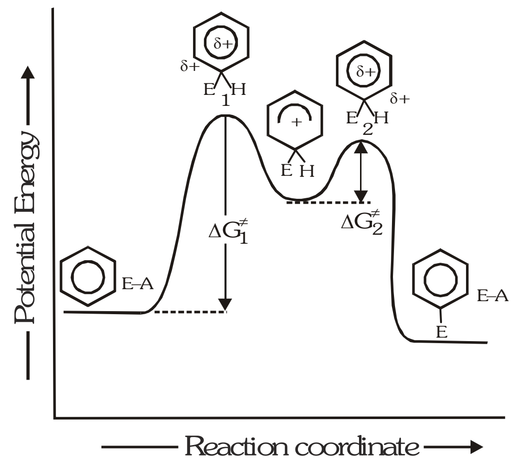
केकुले संरचना क्रियाविधि लिखने के लिए अधिक उपयुक्त होती है जैसे इलेक्ट्रॉन स्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन अभिक्रिया। क्योंकि ये अनुनादी सिद्धान्त के उपयोग का अनुसरण करता है, इसकी बेंजीन के लिए दिए गए आधुनिक सूत्र द्वारा निम्न प्रकार व्याख्या कर सकते है।



जहाँ k_1 तथा k_{-1} पद-प्रथम में अग्र तथा पश्च अभिक्रिया के लिए दर स्थिरांक है। पद द्वितीय का दर स्थिरांक k_2 है।

यह प्रायोगिक प्रमाण है कि एरीनियम आयन इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन अभिक्रिया में वास्तविक मध्यवर्ती है। यह एक संक्रमण अवस्था नहीं होती है। इसका अर्थ है कि मुक्त ऊर्जा ग्राफ में (नीचे दिए गए) एरीनियम आयन दो संक्रमण अवस्थाओं के मध्य की ऊर्जा अन्तराल रखता है।

बेंजीन तथा इलेक्ट्रॉन स्नेही E^+ की अभिक्रिया के सन्दर्भ में एरीनियम आयन की सक्रियण की मुक्त ऊर्जा $\Delta G^{\neq}_{(1)}$, एरीनियम आयन से उत्पाद बनने की सक्रियण की मुक्त ऊर्जा $\Delta G^{\neq}_{(2)}$ की तुलना में अत्यधिक उच्च होती है।



उपरोक्त दोनों पदों में प्रथम पद एरीनियम आयन का निर्माण है जो इलेक्ट्रॉन स्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन अभिक्रिया में गति निर्धारक पद होता है।

द्वितीय पद में प्रोटान निकलता है यह प्रथम पद की तुलना में शीघ्रता से सम्पन्न होता है तथा सम्पूर्ण अभिक्रिया की दर पर कोई प्रभाव नहीं डालता है।

❑ **समस्थानिक प्रभाव** (Isotope Effects) :

यह प्रश्न उत्पन्न होता है कि हम क्रियाविधि में दो अनिरन्तर पदों की उपस्थिति को कैसे निश्चित करे तथा σ - संकुल का निर्माण ही गति निर्धारक पद होता है। इस प्रश्न का उत्तर गतिकीय समस्थानिक प्रभाव के अध्ययन से प्राप्त कर सकते है। यदि अभिक्रिया की दर एक पद जिसमें C—H बंध टूटता है पर निर्भर करती है तब गतिकीय समस्थानिक प्रभाव (K_H/K_D) लगभग 6 से 7 होता है। ऐरोमेटिक इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन में (सल्फोनीकरण को छोडकर) किसी सार्थक समस्थानिक प्रभाव की अनुपस्थिति संकेत करती है कि प्रोटोन तीव्र पद में निकलता है। हम दखते है कि समस्थानिक प्रभाव का अध्ययन क्रियाविधि के संदर्भ में मुख्य निर्देशों को दो भागों में प्रदान करती है। प्रथम, यह प्रदर्शित करती है कि अभिक्रिया दो पदों में होती है तथा दूसरा कि प्रथम पद द्वितीय पद की तुलना में धीमा होता है।

(2) **नाइट्रीकरण** (Nitration) :

नाइट्रीकरण अभिक्रिया सामान्यतः सान्द्र नाइट्रिक अम्ल तथा सल्फ्यूरिक अम्ल के मिश्रण के साथ सम्पन्न होती है अभिकर्मक जो कि नाइट्रीकरण का कारण होते है, नाइट्रीकारक अभिकर्मक कहलाते है:

(a) CCl_4 में P_2O_5 की उपस्थिति में N_2O_5 का उपयोग किया जाता है जब निर्जलीय स्थितियाँ आवश्यक होती है।

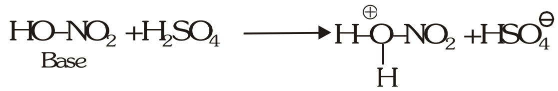
(b) क्षारीय माध्यम में नाइट्रीकरण सम्पन्न कराने के लिए एथिल नाइट्रेट ($C_2H_5ONO_2$) काम लेते हैं।

(c) बहुचक्रीय हाइड्रोकार्बनों के सन्दर्भ में N_2O_4 तथा नाइट्रोनियम लवण जैसे $NO_2^+BF_4^-NO_2^+SO_3^-$, $NO_2^+SO_3^-$, का उपयोग किया जा सकता है। नाइट्रीकरण अभिक्रिया में सम्मिलित इलेक्ट्रॉन स्नेही नाइट्रोनियम आयन $\left(NO_2^{\oplus}\right)$ है।

❑ Mechanism :

नाइट्रीकारक अभिकर्मक से इलेक्ट्रॉन स्नेही की उत्पति :

(a) नाइट्रिक अम्ल और सल्फ्यूरिक अम्ल के मिश्रण में एक अम्ल क्षार अभिक्रिया सम्पन्न होती है, जिसमें नाइट्रिक अम्ल अम्ल के समान व्यवहार करता है।



$$H-\overset{\oplus}{\underset{H}{O}}-NO_2 \longrightarrow NO_2^{\oplus} + HSO_4$$

$$H_2O + H_2SO_4 \longrightarrow H_3O^{\oplus} + HSO_4^{\ominus}$$

$$HNO_3 + 2H_2SO_4 \longrightarrow NO_2^{\oplus} + H_3O^{\oplus} + HSO_4^{\ominus}$$

(b) **एक स्वतः वियोजन अभिक्रिया में जब CCl_4 में N_2O_5 का उपयोग किया जाता है, परिणामस्वरूप**

$$N_2O_5 \rightleftharpoons NO_2^{\oplus} + NO_3^{-}$$

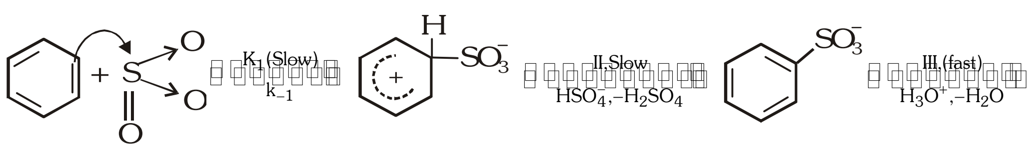
c) **जब अकेला सान्द्र HNO_3 हो-**

$$2HNO_3 \rightleftharpoons NO_2^{\oplus} + NO_3^{-} + H_2O$$

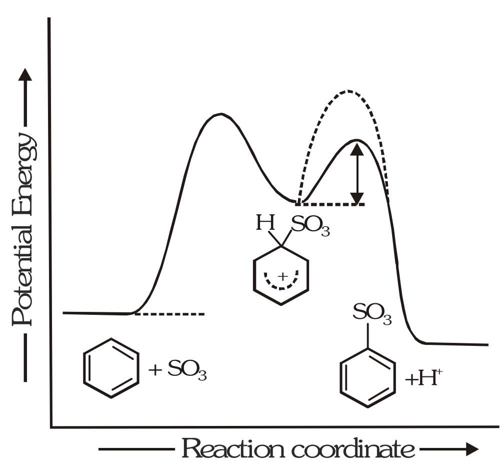
इस स्थिति में उत्पन्न इलेक्ट्रॉन स्नेही एक नाइट्रिक अम्ल के क्षार के समान तथा अन्य अणु के अम्ल के समान व्यवहार द्वारा प्राप्त किया जाता है लेकिन साम्य क्रियाकारक की ओर जाता है।

(3) **सल्फोनीकरण** (Sulphonation) :

सल्फोनीकरण एक अन्य महत्वपूर्ण संश्लेषित अभिक्रिया है यह प्रायः सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल या सधूम सल्फ्यूरिक अम्ल जिसमें SO_3 या क्लोरोसल्फोनिक अम्ल $ClSO_2OH$ का आधिक्य होता है, के साथ पूर्ण होती है।



सल्फोनीकरण अन्य एरोमेटिक प्रतिस्थापन अभिक्रियाओं से भिन्न है जैसे, प्रथम यह उत्क्रमणीय है तथा द्वितीयकुछ मात्रा में यह समस्थानिक प्रभाव दर्शाती है, जो कि अन्य स्थितियों में पूर्णतया अनुपस्थित होता है। अब हम स्थैतिक ऊर्जा आरेख को देखते है। इन असामान्यताओं को समझने के लिए सल्फोनीकरण अभिक्रिया का आरेख –



हम देखते है कि पहले σ-संकुलित बेंजिनियम मध्यवर्ती बनता है, मध्यवर्ती के इस ओर का ऊर्जा अवरोध समान परिमाण का होता है। इसका अर्थ है कि यह मध्यवर्ती उत्पाद तक पहुँच कर पुनः क्रियाकारक तक भी पहुँच सकते है। यह उत्क्रमणीय प्रकृति के अन्तर्गत आता है। अब यदि हम ड्यूटीरीकृत पदार्थ देखे तो इसका विभव ऊर्जा आरेख थोड़ा सा परिवर्तित रूप में प्राप्त होता है। द्वितीय पद के लिए अवरोध उच्च हो जाता है जब यह C—D बंध के विखण्डन में सम्मिलित होता है। दूसरी तरफ प्रथम पद के लिए अवरोध समान रहता है क्योंकि यह σ - संकुल के निर्माण से सम्बन्धित होता है। इसके पुनः क्रियाकारक तक पहुँचने की दर उत्पाद तक पहुँचने से अधिक होती है। इसलिए ड्यूटीरिकृत पदार्थ के लिए सल्फोनीकरण की कुल दर में कमी होती है; यह गतिकीय समस्थानिक प्रभाव

दर्शाता है। प्रोटॉन का विलोपन द्वितीय पद धीमा (RDS) पद है। तृतीय पद में साम्य बायीं तरफ जाता है जैसे एरिल सल्फानिक अम्ल प्रबल अम्ल है, अन्य इलेक्ट्रान स्नेही प्रतिस्थापन की स्थिति में ड्यूटीकृत पदार्थ के लिए प्रथम पद के लिए ऊर्जा अवरोध द्वितीय पद की तुलना में अधिक होता है।

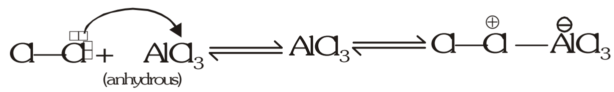
(4) **हेलोजनीकरण** (Halogenation) :

ऐरोमेटिक वलय का हेलोजनीकरण महत्वपूर्ण संश्लेषित अभिक्रिया है। यह अभिक्रिया विभिन्न स्थिति में सम्पन्न होती है जो ऐरोमेटिक वलय की क्रियाशीलता पर निर्भर करती है। ध्रुवीय विलायकों में बहुत से क्रियाशील ऐरोमेटिक यौगिकों के लिए आण्विक हैलोजन स्वयं इलेक्ट्रॉन स्नेही के रूप में व्यवहार करते है। अध्रुवीय विलायकों की स्थिति में हैलोजनीकरण लुइस अम्लों जैसे $AlCl_3$, या $FeCl_3$, द्वारा उत्प्रेरित होती है। हैलोजन का क्रियाशीलता क्रम निम्न प्रकार है

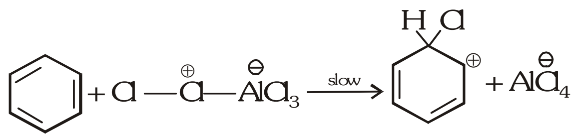
$$I_2 < Br_2 < Cl_2$$

हैलोजनीकरण की क्रियाविधि को समझने के लिए क्लोरीनीकरण अभिक्रिया का वर्णन करते है। क्लोरीन $AlCl_3$ या $FeCl_3$ की उपस्थिति में संकुल $Cl_2—AlCl_3$ का निर्माण करता है। यह संकुल स्वयं ही क्रियाशील इलेक्ट्रॉन स्नेही हो सकता है या यह विघटित होकर Cl^+ देता है।

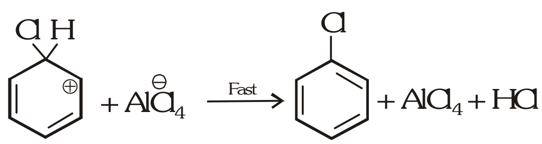
पद 1 :



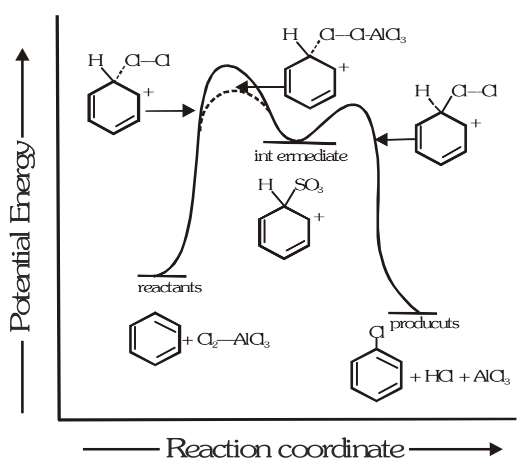
पद 2 :



पद 3 :



जबकि यहाँ Cl^+ के इलेक्ट्रॉन स्नेही के रूप में सम्मिलित होने के प्रमाण उपलब्ध नहीं है तथा यह इस प्रकार है कि संकुल स्वयं ही पदार्थ पर आक्रमण करता है। $Cl_2—AlCl_3$ संकुल में, लुइस अम्ल हैलोजन अणु को ध्रुवित करने तथा Cl—Cl बंध को दुर्बल करने का कार्य करता है। यह σ-संकुल के निर्माण के लिए सक्रियण ऊर्जा को कम करता है।



बेंजीन के Cl_2(–) के साथ $AlCl_3$ (—) के इलेक्ट्रॉन स्नेही के रूप में क्लोरीनीकरण के लिए प्रारूपिक स्थैतिक ऊर्जा आरेख

ब्रोमीनीकरण भी समान क्रियाविधि का अनुसरण करता है। जैसा हम पहले कह चुके है कि आयोडीन तीनों हैलोजनो में अत्यधिक दुर्बल होता है तथा लुइस अम्ल की उपस्थिति में भी यह केवल क्रियाशील ऐरोमेटिक को ही हैलोजनीकृत करता है। इसलिए अन्य महत्वपूर्ण स्थितियों में लुइस अम्ल $ZnCl_2$ की उपस्थिति में आयोडीन मोनोक्लोराइड का उपयोग करते है।

हैलोजनीकरण क्रिया, हाइपोहेलस अम्लों $\overset{\delta-}{HO}—\overset{\delta+}{X}$ द्वारा भी प्रभावित होती है। यह आंका गया है कि यह आण्विक हैलोजन के साथ धीरे होती है क्योंकि $\overset{\delta+}{X}—\overset{\delta-}{X}$ से बने X^- की तुलना में $\overset{\delta-}{HO}—\overset{\delta+}{X}$ से बना $\overset{\delta+}{HO}—\overset{\delta-}{X}$ से बना HO^- एक दुर्बल छोडने वाला समूह है अभिक्रिया X^- की उपस्थिति में शीघ्रता से होती है। क्योंकि HO—X तब अत्यधिक क्रियाशील X_2 में परिवर्तित हो जाता है, उदाहरणस्वरूप:

$$^{\ominus}OCl + Cl^{\ominus} + 2H^{\oplus} \longrightarrow Cl_2 + H_2O$$

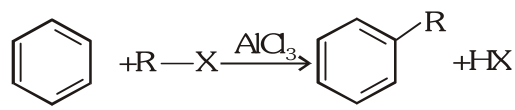
प्रबल अम्ल की उपस्थिति में HO—Hal अत्यधिक ध्रुवित संकुल के निर्माण के कारण अधिक प्रबल हैलोजनकारी अभिकर्मक हो जाता है :

$$H\ddot{O}—X + H^{\oplus} \longrightarrow H_2\overset{\oplus}{O}—X \longrightarrow H_2O + X^{\oplus}$$

यह प्रमाण है कि यह स्पीशीज इन स्थितियों के अन्तर्गत प्रभावी इलेकट्रॉन स्नेही होती है तथा पुनः संकुल के $Hal^{\oplus}$ में स्थानान्तरण में सहायक नहीं होती है। जैसे $H_2O^{\oplus}—NO_2$ के साथ की असमान स्थिति। F_2 बेंजीन के साथ तेजी से क्रिया करता है लेकिन C—C बन्ध टूटने की क्रिया सम्पन्न होती है तथा अभिक्रिया का निर्माणात्मक महत्व नहीं होता है।

5. **फ्रीडल-क्राफ्ट एल्किलीकरण** (Fridel-Crafts Alkylation) :

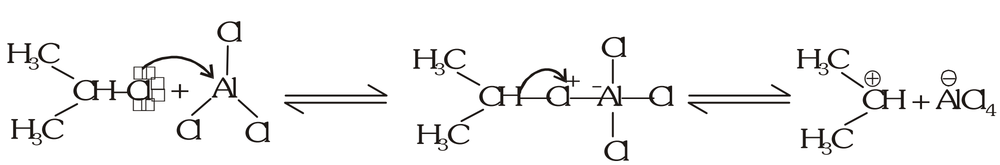
एल्किल हैलाइड एल्यूमिनियम क्लोराइड की उपस्थिति में बेंजीन से क्रिया कर एल्किल बेंजीन देता है। एल्यूमिनियम क्लोराइड की उपस्थिति में एल्किल हैलाइड के साथ बेंजीन के एल्किलीकरण की खोज चार्ल्स फ्रीडल तथा जेम्स M. क्राफ्ट ने 1877 में की थी। फ्रीडल-क्राफ्ट एल्किलीकरण अभिक्रिया के लिए सामान्य अभिक्रिया निम्न प्रकार है :



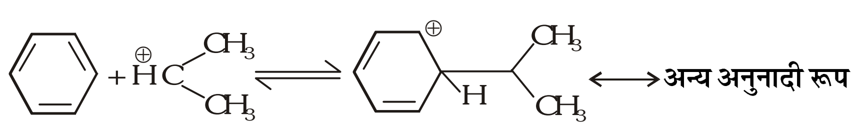
एल्किल हैलाइड बेंजीन के साथ क्रिया करने के लिए अपूर्ण इलेक्ट्रॉन स्नेही होते है। एल्कीलीकारक अभिकर्मक की इलेक्ट्रॉन स्नेहीता को बढ़ाने के लिए $AlCl_3$ लुईस अम्ल उत्प्रेरक के रूप में कार्य करता है। अभिक्रिया के लिए क्रियाविधि (R—X के रूप में आइसोप्रोपिल क्लोराइड के साथ निम्न पदों में दर्शाया गया है।) कार्बोकेटायन के निर्माण (I पद) द्वारा प्रारम्भ होती है। कार्बधनायन द्वितीय पद में इलेक्ट्रॉन स्नेही के रूप में कार्य करता है तथा बेंजीन वलय पर आक्रमण करके एरीनियम आयन का निर्माण करता है। एरीनियम आयन (III पद) प्रोटोन को निकालकर आइसोप्रोपिल बेंजीन को उत्पन्न करता है। कभी कभी कार्बधनायन अत्यधिक स्थायी कार्बधनायन में परिवर्तित हो जाता है।

अभिक्रिया की क्रियाविधि :

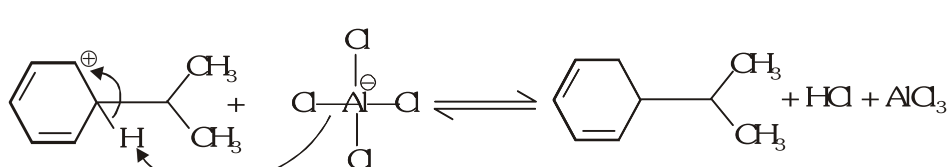
I पद



II पद



III पद

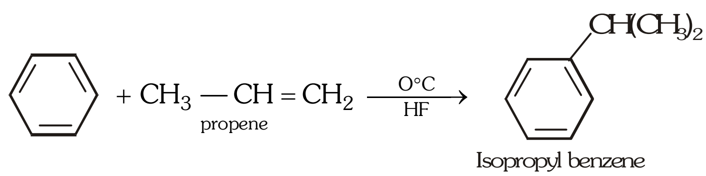


R–X एक प्राथमिक हैलाइड है तथा यह साधारण कार्बधनायन का संभवतया निर्माण नहीं करता है। इसके स्थान पर $AlCl_3$ एल्किल हैलाइड के साथ एक संकुल का निर्माण करता है तथा यह संकुल इलेक्ट्रॉन स्नेही के रूप में कार्य करता है। संकुल में कार्बन हैलोजन बंध लगभग टूटा हुआ होता है तथा इनमें से किसी एक कार्बन परमाणु पर धनावेश आता है।

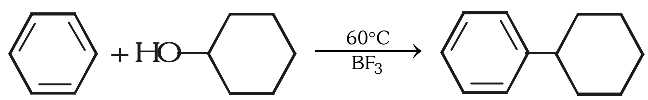
$$R-\overset{\delta+}{CH_2}---Cl---\overset{\delta-}{AlCl_3}$$

ये संकुल ऐसे कार्बनधनायन होते है जो जटिल कार्बधनायन पुनर्विन्यासित अभिक्रियाऐं भी देते है।

फ्रीडल -क्राफ्ट एल्किलीकरण, एल्किल हैलाइड तथा $AlCl_3$ के प्रयोग के लिए प्रतिबंधित नहीं होती है। इसी प्रकार कई अन्य अभिकर्मकों के युग्म कार्बधनायन (या कार्बधनायन के समान स्पीशीज)के रूप में उपयोग में लिए जाते है। यह संभावना एल्कीन तथा अम्ल के मिश्रण के उपयोग को इसमें सम्मिलित करती है।



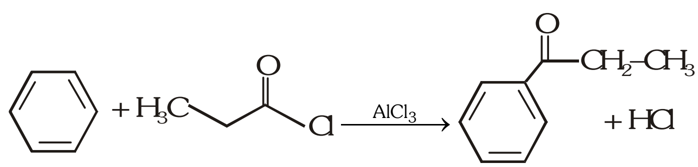
एल्कोहल तथा अम्ल के मिश्रण का भी उपयोग किया जाता है।



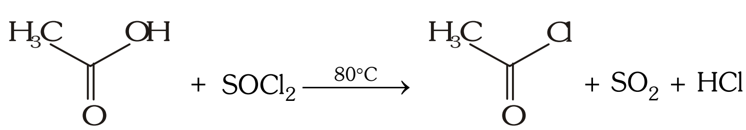
6. फ्रीडल क्राफ्ट एसिटिलीकरण (Friedel-crafts Acylation) :

समूह जिसे एसिल कहते है तथा अभिक्रिया जहाँ एक यौगिक में एसिल समूह सम्मिलित होता है उसे एसिलीकरण (एसिटिलीकरण) अभिक्रिया कहते है।

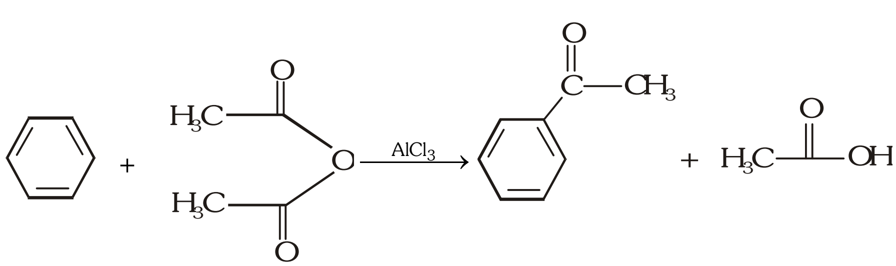
फ्रीडल क्राफ्ट एसीटिलीकरण अभिक्रिया का अर्थ है ऐरोमेटिक वलय में एसिल समूह को सम्मिलित करना। यह अभिक्रिया ऐरोमेटिक यौगिक के साथ एसिल है लाइड को उपचारित कर सम्पन्न होती है।



एसिल क्लोराइड (एसिड क्लोराइड भी कहते है) को कार्बोक्सिलिक अम्ल के साथ थायोनिल क्लोराइड ($SOCl_2$) या फास्फोरस पेन्टाक्लोराइड (PCl_5) के साथ उपचारित कर तैयार किया जाता है।



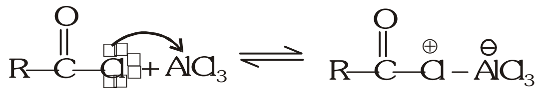
फ्रीडल क्राफ्ट एसिटिलीकरण को कार्बोक्सिलिक अम्ल एनहाइड्राइड का उपयोग करके भी सम्पन्न किया जा सकता है।



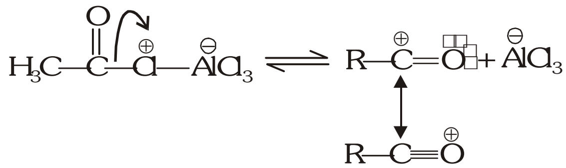
❑ अभिक्रिया की क्रियाविधि (Mechanism of the Reaction) :

फ्रीडल-क्राफ्ट एसिटीलीकरण अभिक्रिया में इलेक्ट्रॉन स्नेही एसिल हैलाइड एसाइलियम आयन के रूप में निम्न प्रकार होता है।

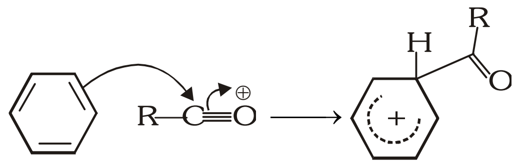
पद I



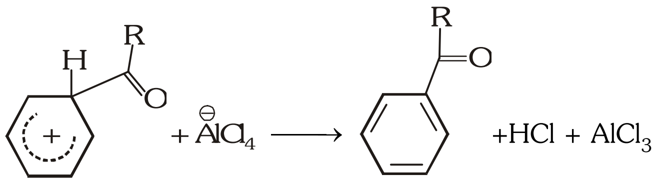
पद II



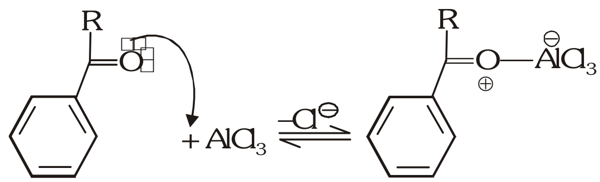
पद III



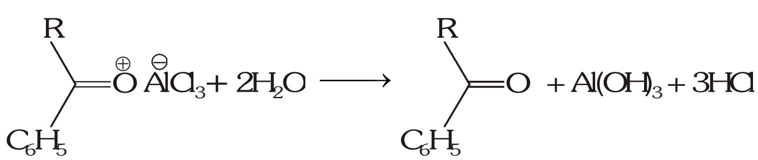
पद IV



पद V



अन्तिम पद में, $AlCl_3$ (लुइस अम्ल) कीटोन (लुइस क्षार) के साथ एक संकुल का निर्माण करते है। अभिक्रिया के पूर्ण होने के पश्चात् संकुल को जल में उपचारित करने पर कीटोन मुक्त होता है।

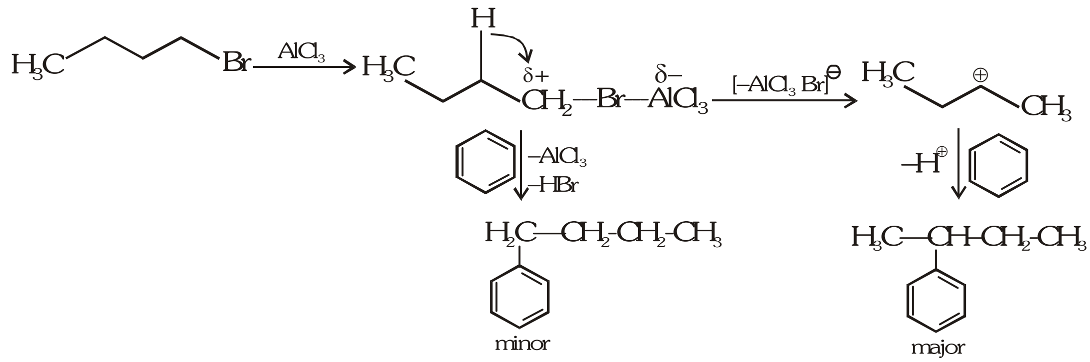


❑ फ्रीडल क्राफ्ट अभिक्रिया की सीमाएँ :

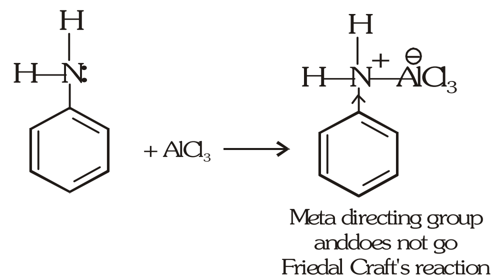
फ्रीडल क्राफ्ट अभिक्रिया की उपयोगिता की अनेकों प्रतिबंधित सीमाएँ है –

(a) एल्किल हैलाइड, एल्कीन या एल्कोहल से जब कार्बधनायन का निर्माण होता है तो यह अधिक स्थायी कार्बधनायन में पुनः स्थापित हो सकता है ऐसा सामान्यतया होता है तथा अभिक्रिया से प्राप्त मुख्य उत्पाद साधारणतया अधिक स्थायी कार्बधनायन द्वारा प्राप्त होता हैं।

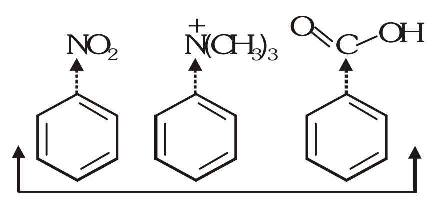
जब बेंजीन ब्यूटिल ब्रोमाइड से एल्कीकृत होता है उदाहरण के लिए कुछ बनने वाले ब्यूटिल धनायन हाइड्राइड स्थानान्तरण द्वारा पुनः स्थापित होते है, कुछ बनने वाले 1° कार्बधनायन अत्यधिक स्थायी 2° कार्बधनायन में परिवर्तित होते है। बेंजीन दोनों प्रकार के कार्बधनायनों से क्रिया करके दोनों ब्युटिल बेंजीन तथा द्वितीयक ब्यूटिल बेंजीन का निर्माण करती है।



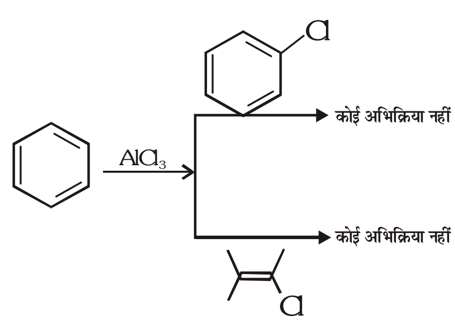
(b) एक एरोमेटिक वलय, हैलोबेंजीन से कम क्रियाशील होती है एवं फ्रिडल क्राफ्ट अभिक्रिया नहीं देती है। एरोमेटिक वलय जिस पर $-NH_2$, $-NHR$, $-NR_2$, समूह उपस्थित होते है, ये फ्रीडल क्राफ्ट एल्किलीकरण अभिक्रिया प्रदर्शित नहीं करते हैं क्योंकि यह एनिलियम संकुल का निर्माण करते है जो मेटा है निर्देशी तथा बेंजीन वलय में हैलोजन की तुलना में अधिक इलेक्ट्रॉन आकर्षी क्षमता रखते हैं।



(c) जब वलय पर प्रबल इलेक्ट्रॉन आकर्षी समूह उपस्थित हो या वलय पर $-NH_2$, $-NHR$ या $-NR_2$ समूह हो तो फ्रिडल क्राफ्ट अभिक्रिया नहीं होती। यह एल्किलीकरण तथा एसिलीकरण दोनों पर लागू होता है।

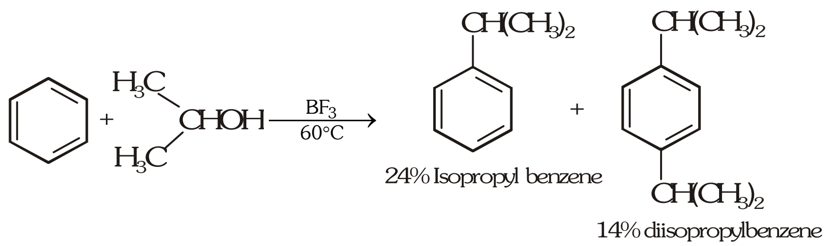


(d) एरिल तथा विनाइलिक हैलाइड, हेलाइड घटक की तरह उपयोग में नहीं लिए जाते है क्योंकि वे तीव्रता से कार्बधनायनों का निर्माण नहीं करते हैं।



(e) बहुएल्किलीकरण प्रायः सम्पन्न होता है- एल्किल समूह, इलेक्ट्रॉन दाता समूह हो तथा बेंजीन वलय में एक बार प्रवेश कराते

हैं तो यह वलय को अगले प्रतिस्थापन के प्रति सक्रिय करता है।

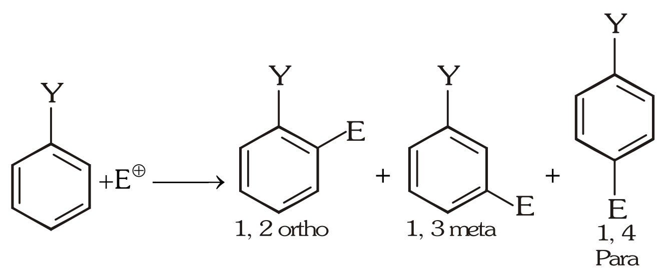


फ्रिडल क्राफ्ट एसिटीलीकरण अभिक्रिया में बहुएसिटिलीकरण किसी प्रकार की बाधा नहीं है। एसिल (RCO–) समूह स्वयं gh bysDVªkWu vkd"kZ.k lewg gS rFkk tc ;g vfHkkf0;k ds vafre in esa $AlCl_3$ के साथ संकुल का निर्माण करता है तो यह और अधिक इलेक्ट्रॉन समूह बना देता है।

यह प्रबलता से अगले प्रतिस्थापन को रोकता है तथा एकल एसिटीलीकरण को आसान बनाता है।

(7) इलेक्ट्रॉनस्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन में विन्यास तथा क्रियाशीलता :

बेंजीन की स्थिति में हम इलेक्ट्रॉन स्नेही एरोमेटिक प्रतिस्थापन अभिक्रिया में केवल एक ही एकल प्रतिस्थापी उत्पाद प्राप्त करते है क्योंकि इसकी सभी स्थिति समान होती है। फिर भी किसी यौगिक में प्रतिस्थापन के लिए जिसमें वलय में पहले से ही कोई समूह जुड़ा हो, तीन द्विप्रतिस्थापी उत्पाद सामान्यतः प्राप्त होते है अर्थात् क्रमशः अगला, मध्य का तथा विपरित दिशा में संभव है। (1, 2), (1, 3) तथा (1, 4) इन्हें आर्थो, मेटा, पैरा स्थितियाँ कहते हैं।

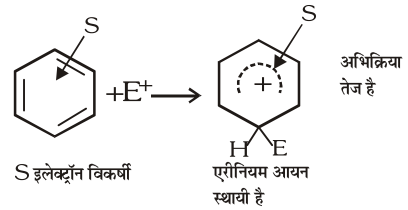


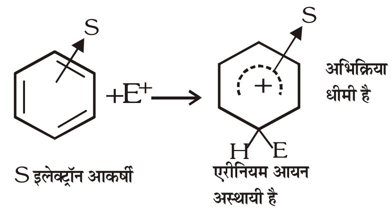
❑ क्रियाशीलता (Reactivity) :

हम देखते है कि इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन के संदर्भ में निश्चित समूह बेन्जीन वलय को सक्रियत करते हैं जबकि दूसरे वलय को विसक्रियत करते है अर्थात् सक्रियणकारी समूह युक्त एरोमेटिक यौगिक, बेंजीन की तुलना में तीव्र इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन क्रिया देते है। जब एक समूह वलय को विसक्रियत करता है तो हम कह सकते है कि विसक्रियणकारी समूह युक्त एरोमेटिक यौगिक बेंजीन की तुलना में कम क्रिया करता है। हम यह भी देखते है कि वेग निर्धारण पद के लिए संक्रमण अवस्था का परीक्षण करके सम्बन्धित अभिक्रिया की दरो का मापन कर सकते है। कोई भी कारक जो क्रियाकारक के सापेक्ष संक्रमण अवस्था की ऊर्जा को बढ़ाते है अभिक्रिया की सापेक्ष दर को घटाते है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि ये अभिक्रिया की सक्रियण की मुक्त ऊर्जा को बढ़ाते है इसी प्रकार कोई भी कारक जो क्रिया के सापेक्ष संक्रमण अवस्था की ऊर्जा को घटाते है तथा अभिक्रिया की सापेक्ष दर को बढ़ाते है।

प्रतिस्थापित बेंजीन के इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन में वेग निर्धारण पद वह पद है जिसके परिणामस्वरूप एरीनियम आयन का निर्माण होता है हम साधारण रूप से प्रतिस्थापित बेंजीन के लिए सूत्र लिख सकते है यदि हम अक्षर S का उपयोग किसी भी वलय पर हाइड्रोजन सहित प्रतिस्थापी के S के रूप में दर्शाते हैं (यदि S हाइड्रोजन है, तो यौगिक बेंजीन है)। यहाँ दर्शाये अनुसार हम एरीनियम आयन के लिए संरचना बना सकते हैं। इस सूत्र के द्वारा अर्थात इलेक्ट्रॉन स्नेही के सापेक्ष S किसी भी स्थिति -आर्थो, मेटा या पेरा स्थिति पर हो सकता है। इन चिन्हों का उपयोग करके हम निम्न तरीके से इलेक्ट्रॉन स्नेही ऐरोमेटिक प्रतिस्थापन के लिए वेग निर्धारण पद लिख सकते है।

जब हम इन पदों का परीक्षण अभिक्रिया की अधिक संख्या के लिए करते है तो हम पाते है कि अभिक्रिया की सापेक्ष दर या तो S के इलेक्ट्रॉन आकर्षी या विकर्षी समूह पर निर्भर करती है। यदि S एक इलेक्ट्रॉन विकर्षी समूह है (हाइड्रोजन के सापेक्ष) तो, अभिक्रिया बेंजीन की अभिक्रिया की तुलना में तेज होती है। यदि S इलेक्ट्रॉन आकर्षी समूह है तो अभिक्रिया, बेंजीन की तुलना में धीमी होती है।





यह दर्शाता है कि प्रतिस्थापी (S) क्रियाकारक के सापेक्ष संक्रमण अवस्था के स्थायित्व को प्रभावित करना चाहिए। इलेक्ट्रॉन विकर्षी समूह संक्रमण अवस्था को अधिक स्थायी बनाते है। जबकि इलेक्ट्रॉन आकर्षी समूह इसे कम स्थायी बनाते है। यह एक उपयुक्त कारण है क्योंकि संक्रमण अवस्था एरीनियम आयन का अनुकरण करती है तथा एरीनियम आयन विस्थानीकृत कार्बधनायन होता है।

इलेक्ट्रॉन प्रतिकर्षी तथा इलेक्ट्रॉन आकर्षी समूहों का बेंजीन वलय की क्रियाशीलता पर प्रभाव :

प्रबल सक्रियणकारी समूह : $—NH_2$, —NHR, $—NR_2$, —OH, —OR.

मध्यम सक्रियणकारी समूह : $—NH\overset{O}{\overset{||}{C}}R$, $—O\overset{O}{\overset{||}{C}}R$,

दुर्बल सक्रियणकारी समूह :—R, —Ar, $—CH{=}CR_2$

Ortho/para directing

दुर्बल विसक्रियणकारी समूह :—F, —Cl, —Br, —I

मध्यम विसक्रियणकारी समूह : —CHO, —COR, —COOR, —COOH, —COCl

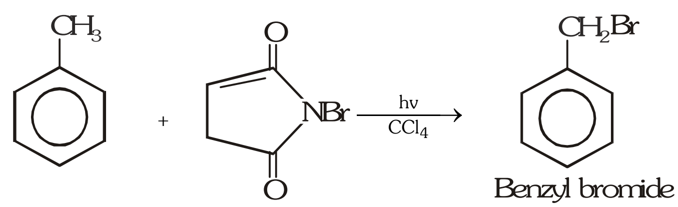
प्रबल विसक्रियणकारी समूह : —C≡N, $—SO_3H$, $—\overset{+}{N}H_3$, $—\overset{+}{N}H_2R$, $—\overset{+}{N}HR_2$, $—\overset{+}{N}R_3$

Meta directing

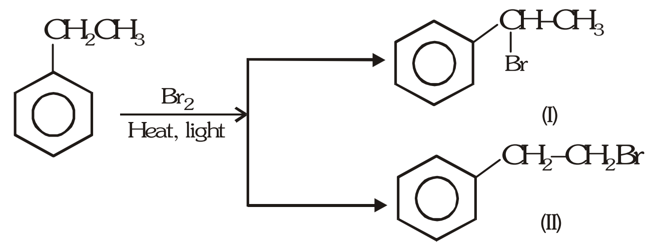
(8) **एल्किन बेंजीन की अभिक्रियाऐं :**

पार्श्व श्रृंखला का हैलोजनीकरण :

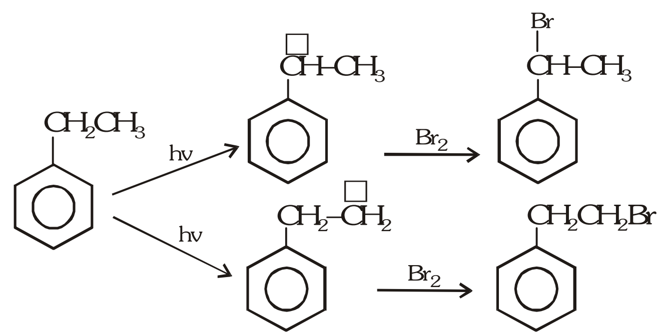
एल्किन बेंजीन का पार्श्व श्रृंखला हैलोजनीकरण प्रकाश या उच्च ताप की उपस्थिति में सम्पन्न होता है। पार्श्व श्रृंखला हैलोजनीकरण अधिकांशतया प्रकाश की उपस्थिति में N-ब्रोमोसक्सिनेमाइड अभिकर्मक (NBS) के उपयोग द्वारा सम्पन्न होता है।



मेथिल के अलावा पार्श्व श्रृंखला युक्त एक एल्किन बेंजीन एक से अधिक प्रकार के उत्पाद के निर्माण को निर्देशित करता है।



उत्पाद (I) केवल प्राप्त उत्पाद होता है, तथा इस प्रकार के उत्पाद का निर्माण अभिक्रिया की क्रियाविधि को समझाने में महत्वपूर्ण है। पार्श्व श्रृंखला हैलोजनीकरण की क्रियाविधि एल्केनों के समान होती है। इसमें मध्यवर्ती मुक्त मूलकों का निर्माण सम्मिलित होता है। अब यदि हम दो मुक्त मूलक देखे, जो एथिल बेंजीन पर ब्रोमीन मुक्त मूलक के आक्रमण द्वारा बनते हैं। हम देखते है कि उत्पाद (I) बेंजील मुक्त मूलक तथा (II) प्राथमिक मूलक के निर्माण में सम्मिलित होता है।



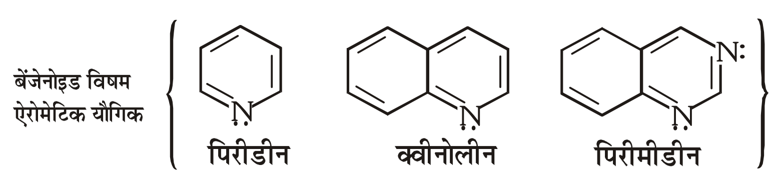
बेंजिल मुक्त मूलक, प्राथमिक मुक्त मूलक की तुलना में अधिक स्थायी होता है क्योंकि इसकी बंध वियोजन ऊर्जा प्राथमिक मुक्त मूलक से 19 kcal/mole कम होती है।

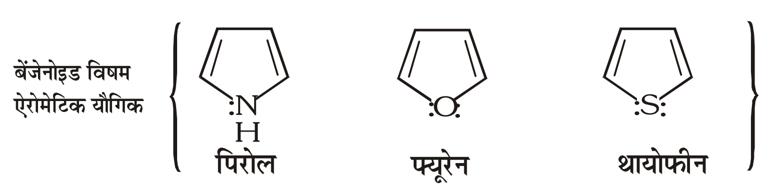
मुक्त मूलकों के स्थायित्व का क्रम

बेंजिल > एलील > 3° > 2° > 1° > CH_3 > वाइनिल (बंध वियोजन ऊर्जा के आंकड़ो से)

- **विषम चक्रीय एरोमेटिक यौगिक :**

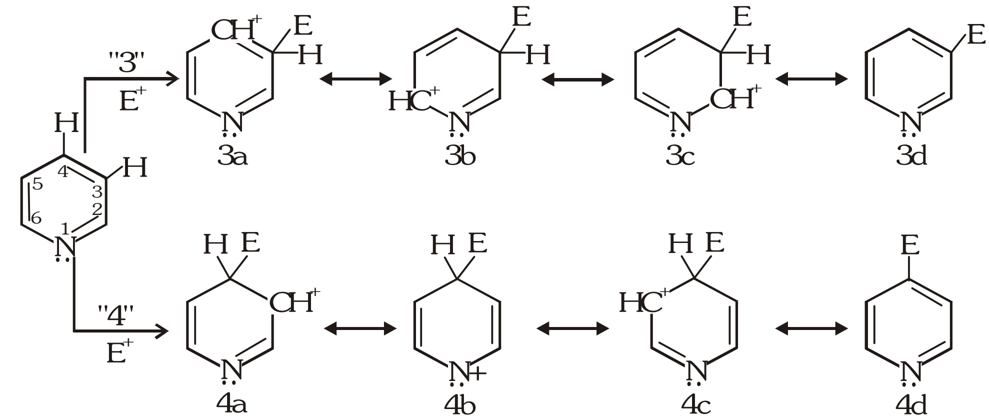
यह ऐरोमेटिक गुणों युक्त यौगिकों का एक वर्ग है जिसमें एक या अधिक वलय के कार्बन, विषम परमाणु (कार्बन के अतिरिक्त परमाणु) द्वारा प्रतिस्थापित कर दिये जाते है जैसे नाइट्रोजन ऑक्सीजन या सल्फर। इन यौगिकों में से कुछ छः -सदस्य वलय रखते है इसलिए इन्हे बेंजेनोइड ऐरोमेटिक कहा जाता है जबकि दूसरी ओर पाँच सदस्य वलय में (4n +2) π-इलेक्ट्रॉन होते है। इसलिए इन्हे नोन–बेंजेनोइड कहा जाता है। इन ऐरोमेटिक यौगिकों के दो वर्गो के बीच अन्तर यह है कि नोन बेन्जेनोइड विषम ऐरोमेटिक यौगिको में विषम परमाणु पर इलेक्ट्रॉनों का अबन्धी युग्म होता है। जो ऐरोमेटिक π-तंत्र के (4n +2) π-इलेक्ट्रॉन का भाग होता है जबकि बेन्जेनोइड एरोमेटिक यौगिको में एरोमेटिक तंत्र से विषम परमाणुओं पर अबन्धी युग्म सामान्य रूप से पृथक होते है, यहाँ कुछ उदाहरण दिये गये हैं :





- **पिरीडीन में इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन :**

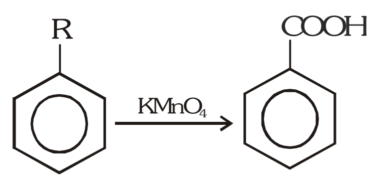
पिरीडीन में सामान्यतया स्थिति "3" या "4" पर आक्रमण होता है।



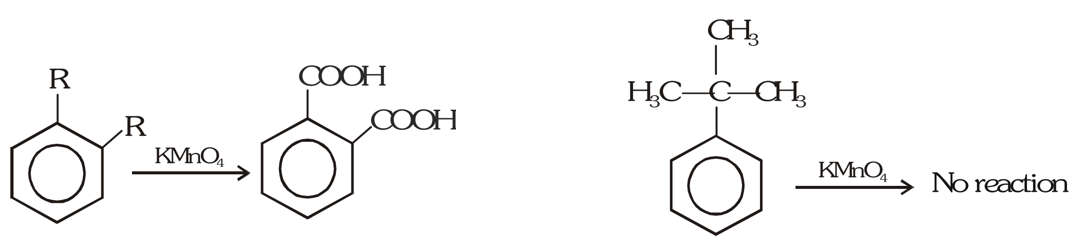
पहली दृष्टि में अनुनादी संरचनाओं के दो समुच्चय बिल्कुल समान दिखते है। लेकिन यह पाया गया कि 4b (मध्यवर्ती की अनुनादी संरचना में से एक है जो कि 4th स्थिति पर आक्रमण के दौरान बनती है।) नाइट्रोजन की संयोजकता अपूरित रह जाती है, 3rd स्थिति पर आक्रमण द्वारा एक विपरित स्थिति में मध्यवर्ती के निर्माण को नहीं देखा जाता। पुनः यह नाइट्रोजन की विद्युत ऋणता है, जो इलेक्ट्रॉन स्नेही के प्रति पिरीडीन (बेंजीन के समान) की क्रियाशीलता को कम करती है।

- **पार्श्व श्रृंखला का ऑक्सीकरण :**

यद्यपि बेंजीन स्वयं ऑक्सीकरण के प्रति सुग्राही नहीं होता लेकिन बेंजीन वलय से जुड़ी पार्श्व श्रृंखला ऑक्सीकरण देती है तथा इसको —COOH समूह में परिवर्तित कर देती है। पदार्थ के लम्बे समय तक $KMnO_4$ के साथ गर्म करने के बाद पार्श्व श्रृंखला का ऑक्सीकरण सम्पन्न होता है।



उपरोक्त अभिक्रिया एरोमेटिक यौगिकों में प्रतिस्थापन प्रक्रम को पहचानने में काम आती है। यदि कोई यौगिक $KMnO_4$ के साथ गर्म करने पर थैलिक अम्ल देता है तब हम बता सकते हैं कि यह ऑर्थो द्विप्रतिस्थापित बेंजीन है।



यहाँ बेन्जाइलिक की अनुपस्थिति के कारण कोई अभिक्रिया नहीं होती।

SOLVED OBJECTIVE EXAMPLES

Ex.1 निम्न में कौनसा सुमेलित नही है :

(A) फेनिल मैग्निशीयम आयोडाइड का जल अपघटन – बेन्जीन

(B) γ–का γ–समावयवी – लिण्डेन

(C) $(2n + 4)\pi$ नियम – एरोमेटिकता

(D) प्रोपाइन का त्रिलकीकरण – मेसिटिलीन

Sol. (C) ऐरोमेटिकता के लिये हकल का नियम $(4n + 2)\pi$ इलेक्ट्रॉन युक्त बन्द श्रृंखला के लिये है।

Ex.2 बेंजीन का ओजोनी अपघटन प्रबल परिस्थिति में देता है :

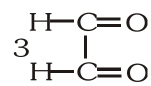
(A) ग्लाइऑक्सेल (B) ग्लिसरीन (C) ग्लाइकॉल (D) ग्लिसरॉल

Sol.(A) ग्लाइऑक्सेल प्राप्त होता है। बेंजीन ओजोन के तीन अणुओं के साथ क्रिया कर बेंजीन ट्राइओजोनाइड बनाता है जो जल अपघटित होकर ग्लाइऑक्सेल के तीन अणु देता है

$$C_6H_6 + 3O_3 \longrightarrow C_6H_6O_9$$

बेन्जीन ओजोन → बेन्जीन ट्राई ओजोनाइड

$C_6H_6O_9$ (बेन्जीन ट्राई ओजोनाइड) $\xrightarrow{+H_2O}$



ग्लाइऑक्सेल

Ex.3 बेंजीन योगात्मक अभिक्रियाओं की अपेक्षा प्रतिस्थापन अभिक्रियाएँ अधिक आसानी से देती है, क्योंकि :

(A) इसकी चक्रीय संरचना है (B) इसमें तीन द्विबन्ध है

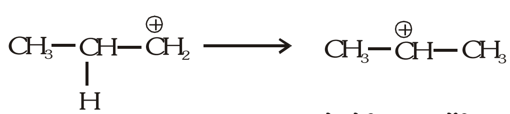
(C) इसमें 6 हाइड्रोजन परमाणु है (D) अनुनाद दर्शाती है

Sol. (D) यदि बेंजीन में अनुनाद नहीं होता तो बेंजीन के द्वि बन्धों का विस्थानीकरण नहीं हो पाता तथा पाई इलेक्ट्रॉन आसानी से उपलब्ध हो जाते तथा एथिलीन की तरह योगात्मक अभिक्रियाएं देती लेकिन बेंजीन में अनुनाद के कारण मुक्त स्थानीकृत पाई इलेक्ट्रॉन उपलब्ध नहीं हो पाते है। अतः यह प्रतिस्थापन अभिक्रियाएं आसानी से देती है।

Ex.4 n–प्रोपिल क्लोराइड निर्जल $AlCl_3$ की उपस्थिति में बेंजीन से क्रिया कर निम्न मुख्य उत्पाद देता है ::

(A) n–प्रोपिल बेंजीन (B) आइसोप्रोपिल बेंजीन (C) 3–प्रोपिल–1–क्लोरोबेंजीन (D) कोई अभिक्रिया नहीं होती

Sol. (B) $AlCl_3$ तथा n-प्रोपिल क्लोराइड की क्रिया बना $CH_3CH_2\overset{+}{C}H_2$ प्रोपिल कार्बोनियम आयन प्राथमिक कार्बोनियम आयन है तो पुनर्विन्यास द्वारा द्वितीयक कार्बोनियम आयन $CH_3\overset{+}{C}HCH_3$ में बदल जाता है, प्राप्त द्वितीय कार्बोनियम आयन अधिक स्थाई है अतः यह क्रिया में भाग आइसो प्रोपिल बेंजीन बनाता है,



प्रोपिल कार्बोनियम आयन(1°) आइसो प्रोपिल कार्बोनियम आयन (2°)

Ex.5 बेंजीन की निम्न में से किस अभिक्रिया में इसके तीनो 'C = C' बन्धों का उपयोग नहीं होता है–

[a] बेंजीन + $Br_2 \xrightarrow[\text{conc. } H_2SO_4]{FeBr_3}$ ब्रोमोबेंजीन + HBr [b] बेंजीन + $HNO_3 \longrightarrow$ नाइट्रोबेंजीन + H_2O

[c] बेंजीन + $3O_3 \longrightarrow$ ट्राइओजोनाइड [d] बेंजीन + $3H_2 \xrightarrow{Ni}$ साइक्लोहेक्सेन

(A) a, c (B) b, d (C) b, c, d (D) a, b

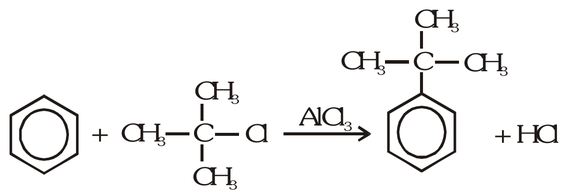
Sol. (D) a तथा b इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन अभिक्रियाएँ है तथा इसमें C = C बन्ध का उपयोग नहीं होता है।

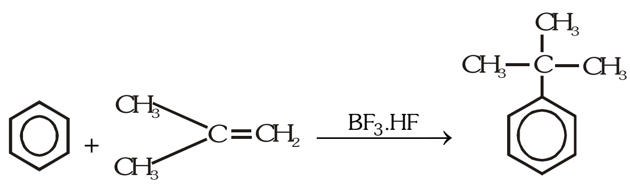
Ex.6 निम्न कौनसी अभिक्रिया में तृतीयक ब्यूटिल बेंजीन बनता है :

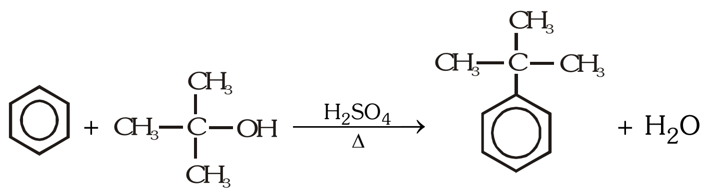
(A) बेंजीन + तृतीयक ब्यूटिल क्लोराइड $\xrightarrow{AlCl_3}$ (B) बेंजीन + $(CH_3)_2C = CH_2 \xrightarrow{BF_3.HF}$

(B) बेंजीन + तृतीयक ब्यूटिक एल्कोहॉल $\xrightarrow{H_2SO_4}$ (D) उपर्युक्त सभी

Sol. (D)







Ex.7 Tϕ–CH_3 (I), ϕ–CH_2–CH_3 (II), ϕ–$CH(CH_3)_2$ (III) तथा ϕ–$C(CH_3)_3$ (IV) की इलेक्ट्रॉन स्नेही के प्रति क्रियाशीलता का क्रम होगा, जहाँ $\phi = C_6H_5$

(A) I > II > III > IV (B) IV > III > II > I (C) II > I > III > IV (D) III > II > I > IV

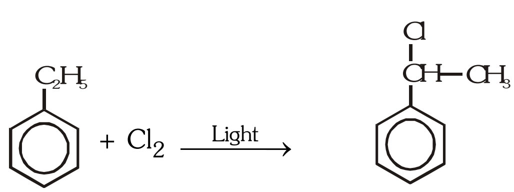
Sol. (A) बेंजीन वलय से जुड़े ऐल्किल समूह में जितनी अधिक संख्या में α–हाइड्रोजन परमाणु होगें, उनमें उतना ही अधिक अति संयुग्मन होगा तथा वलय उतनी ही अधिक इलेक्ट्रॉनधनी होगी। CH_3 में तीन α–हाइड्रोजन –$CH_2(CH_3)$ में दो α–हाइड्रोजन –$CH(CH_3)_2$ में एक α–हाइड्रोजन तथा –$C(CH_3)_3$ में शून्य α–हाइड्रोजन होता है।

Ex.8 एथिल बेंजीन + $Cl_2 \xrightarrow{Light}$ (मुख्य) उत्पाद यौगिक है :

(A) o– तथा p– क्लोरोएथिल बेंजीन (B) 1–क्लोरोएथिलबेंजीन

(C) 2–क्लोरोएथिल बेंजीन (D) m–क्लोरोएथिल बेंजीन

Sol. (B)



1-क्लोरोएथिल बेन्जीन

Ex.9 $\phi\text{–}CH_3 \xrightarrow[\Delta]{KMnO_4} A \xrightarrow[\Delta]{Soda\ Lime} B$

उत्पाद B है :

(A) टॉलूईन (B) बेंजीन (C) क्रिसोल (D) बेंजेल्डिहाइड

Sol. (B)

Ex.10 **बेन्जीन से किस यौगिक का बनना असंतृप्ति का द्योतक है :**

(A) **साइक्लो हैक्सेन** (B) **गैमेक्सेन** (C) **ट्राइओजोनाइड** (D) **उपरोक्त सभी**

Sol. (D) 1,2 **तथा** 3 **विकल्पों में दिये गये यौगिक बेन्जीन की संकलन अभिक्रियाओं को दर्शाते हैं, अतः ये असंतृप्ति की संपुष्टि करते है।**

Ex.11 **टॉलूईन बनाई जा सकती है :**

(A) **टॉलूईक अम्ल द्वारा** (B) **क्रिसॉल द्वारा**

(C) **टॉलूईन सल्फोनिक अम्ल द्वारा** (D) **उपर्युक्त सभी**

Sol. (D) **उपर्युक्त सभी यौगिकों द्वारा बनायी जा सकती हैं।**

Ex. 12 **सूर्य के प्रकाश तथा ताप की उपस्थिति में टॉलूईन के क्लोरीनीकरण से प्राप्त उत्पाद की जलीय** NaOH **के साथ क्रिया द्वारा अन्तिम उत्पाद प्राप्त होता है:**

(A) o–**क्रिसॉल** (B) p–**क्रिसॉल** (C) 2,4–**डाइहाइड्रॉक्सी टॉलूईन** (D) **बेंजोइक अम्ल**

Sol. (D) $C_6H_5CH_3 \xrightarrow[hv]{Cl_2} C_6H_5CH_2Cl \xrightarrow{Cl_2} C_6H_5CHCl_2 \xrightarrow{Cl_2} C_6H_5CCl_3$

$C_6H_5CH_2Cl \xrightarrow{NaOH} C_6H_5CH_2OH$

$C_6H_5CHCl_2 \xrightarrow{NaOH} C_6H_5CHO$

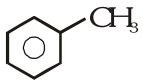
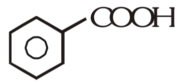
$C_6H_5CCl_3 \xrightarrow{NaOH} C_6H_5COOH$

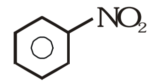
<u>सही विकल्प चुनिये (केवल एक सही उत्तर है)</u>

1. यौगिकों एनिलीन (I), बेंजीन (II) तथा नाइट्रोबेंजीन (III) का इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन के प्रति क्रियाशीलता का सही क्रम है :-

(A) III > II > I (B) II > III > I (C) I < II > III (D) I > II > III

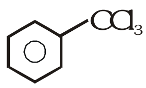
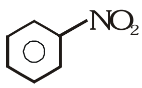
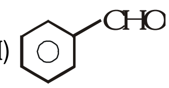
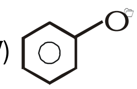
2. निम्नलिखित यौगिकों में वलय के मोनोब्रोमीनीकरण की क्रियाशीलता का घटता हुआ सही क्रम है :-


I

II

III

IV

(A) I > II > III > IV (B) II > III > IV > I (C) I > III > II > IV (D) III > I > II > IV

3. इलेक्ट्रॉन स्नेही $\overset{\oplus}{N}O_2$ निम्न पर आक्रमण करता है :

(A) 
(II) 
(III) 
(IV) 

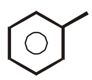
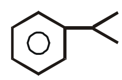
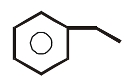
कौनसी स्थिति में $\overset{\oplus}{N}O_2$ मेटा स्थिति पर आक्रमण करेगा :

(A) II तथा IV (B) I, II तथा III (C) II तथा IV (D) केवल I

4. एरोमेटिक वलय पर प्रबल विसक्रियणकारी प्रभाव दर्शाता है :

(A) $-CH_2Cl$ (B) $-OCH_3$ (C) $-CH_3$ (D) $-CCl_3$

5. निम्नलिखित में से कौनसा नाइट्रीकरण के लिए अधिकतम क्रियाशील है :

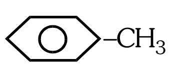
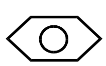
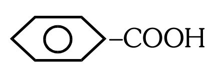
(A)
(B) 
(C) 
(D) 

6. निम्न के लिए इलेक्ट्रॉन स्नेही अभिकर्मक के प्रति क्रियाशीलता का घटता क्रम है :

(a) बेंजीन (b) टॉलूईन (c) क्लोरों बेंजीन (d) एनीसोल

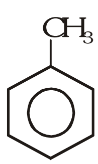
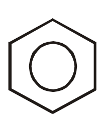
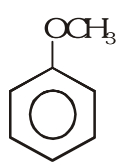
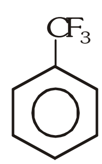
(A) b > d > a > c (B) d > c > b > a (C) d > b > a > c (D) a > b > c > d

7. निम्नलिखित में से इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन अभिक्रिया के लिए बढ़ता क्रम है –


(I)

(II)

(III)

(A) I < II < III (B) III < II < I (C) II < III < I (D) I < III < II

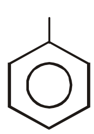
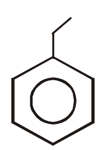
8. यौगिकों में :


(I)

(II)

(III)

(IV)

इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापन के प्रति क्रियाशीलता का क्रम है :

(A) II > I > III > IV (B) III > I > II > IV (C) IV > I > II > III (D) I > II > III > IV

9. निम्नलिखित यौगिकों में अधिकतम क्रियाशील को चुनिये :

(A)
(B) 
(C) 
(D)