

অ্যালকিল হ্যালাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণ H₂O অপেক্ষা কোন ক্ষারকে নিউক্লিওফাইল হিসেবে ব্যবহার করলে এই বিক্রিয়ার হার দ্রুততর হয়। আবার নিউক্লিওফাইলের আয়তনের উপরও S_N2 বিক্রিয়ার হার নির্ভর করে। যেমন, CH₃O[⊖] অপেক্ষা (CH₃)₃CO[⊖] অনেক দুর্বল নিউক্লিওফাইল কারণ পরিবৃতি দশা গঠনের সময় Nu এর আয়তন যত ছোট হয় তত (backside attack) বিপরীত দিক থেকে আক্রমণ ফলপ্রসূ হয়।

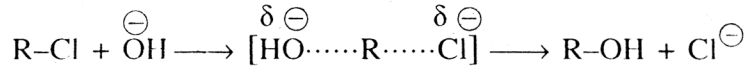
(3) বিদায়ী মূলকের প্রভাব : S_N2 বিক্রিয়ার হার বিদায়ী মূলকের উপরও নির্ভরশীল, বিদায়ী মূলকের ক্ষারকতা যত কম হয় এবং উহার আবেশীয় ধ্রুবীয়তা যত বেশি হয় বিক্রিয়ার হার তত দ্রুত হয়। যেমন, বিক্রিয়ার হার—



এবং

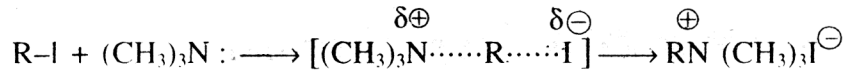


(4) দ্রাবকের প্রভাব : S_N2 বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক যদি প্রশম ও নিউক্লিওফাইল যদি অপরাতিত আধান যুক্ত হয় তবে পরিবৃতি দশায় ঐ -ve আধান বিস্তৃত হয়। সুতরাং এক্ষেত্রে কম ধ্রুবীয় দ্রাবক বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি করে।

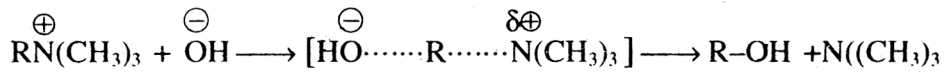


পরিবৃতি দশা

কিন্তু যখন বিক্রিয়ক ও নিউক্লিওফাইল উভয়ই প্রশম হয় তখন পরিবৃতি দশায় আধানায়িত হওয়ায় এক্ষেত্রে ধ্রুবীয় দ্রাবকে বিক্রিয়া ত্বরান্বিত হয়।

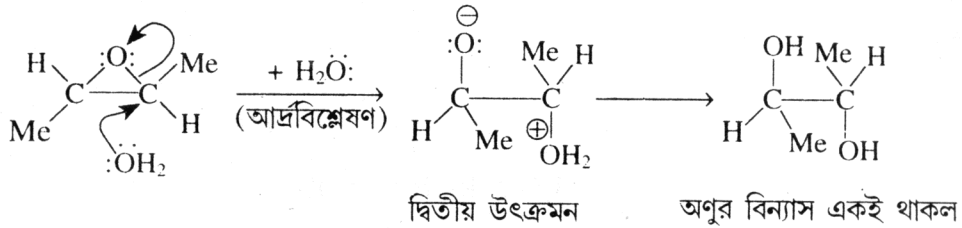
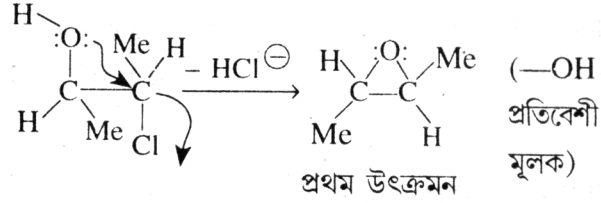


আবার যখন বিক্রিয়ক ও নিউক্লিওফাইল উভয়েরই ফর্মাল চার্জ থাকে তখন পরিবৃতি দশা প্রশম হওয়ায় অধ্রুবীয় দ্রাবকে বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পায়।



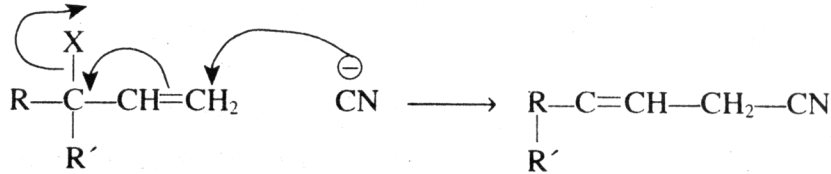
(5) প্রতিবেশী মূলকের অংশগ্রহণের প্রভাব : এই বিক্রিয়ায় সাধারণ S_N2 বিক্রিয়ার সময় বিক্রিয়কের মধ্যে উপস্থিত কোন প্রতিবেশী মূলক প্রথমে বিপরীত দিক থেকে ('back-side attack')- S_N2 বিক্রিয়া করে একটি শৃঙ্খল গঠন উৎপন্ন করে এবং বিক্রিয়াকেন্দ্রে Nu[⊖] বিপরীত দিক থেকে আক্রমণ করে শৃঙ্খল খুলে সাধারণ S_N2 বিক্রিয়া সম্পন্ন করে। ফলে পরপর দুবার পরপর বিপরীত দিক থেকে ('back-side attack') সংযোগ হওয়ায় বিক্রিয়কের আলোকসক্রিয়তা থাকলে বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থেরও একই প্রকারের

আলোকসক্রিয়তা থাকে—অর্থাৎ এক্ষেত্রে S_N2 -এর ফলে যৌগটি মূলবিন্যাসের কোন পরিবর্তন হবে না।



11.5.2 S_N2' বিক্রিয়া :

কার্যকরী মূলকের স্থান পরিবর্তনের মাধ্যমে যে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে তাকে S_N2' বিক্রিয়া বলে।



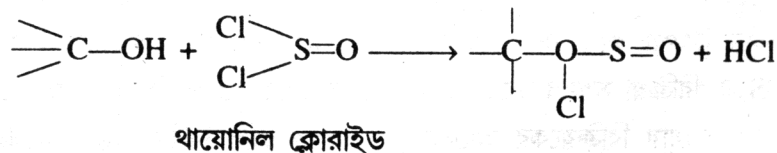
এই বিক্রিয়ার হার সাধারণ S_N2 অপেক্ষা অনেক দ্রুততর হয়।

11.5.3 আভ্যন্তরীণ নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (S_{Ni}) :

যখন কোন নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় বিদ্যায়ী মূলকের একটি অংশ বিক্রিয়াকেন্দ্রের কার্বনের সঙ্গে যুক্ত হয় এবং নিজেকে ঐ মূলকের থেকে সম্পূর্ণ মুক্ত করে নেয় তখন ঐ বিক্রিয়াকে আভ্যন্তরীণ নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বা S_{Ni} বিক্রিয়া বলে।

এই বিক্রিয়া নিম্নে বর্ণিত ধাপে ঘটে।

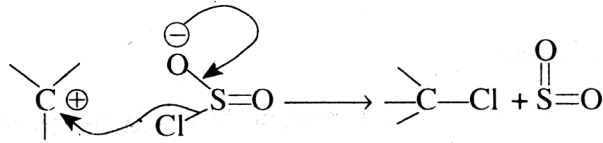
প্রথম ধাপ :



দ্বিতীয় ধাপ : এই ধাপে ঘনিষ্ঠ আয়ন-জোড় তৈরি হয়।

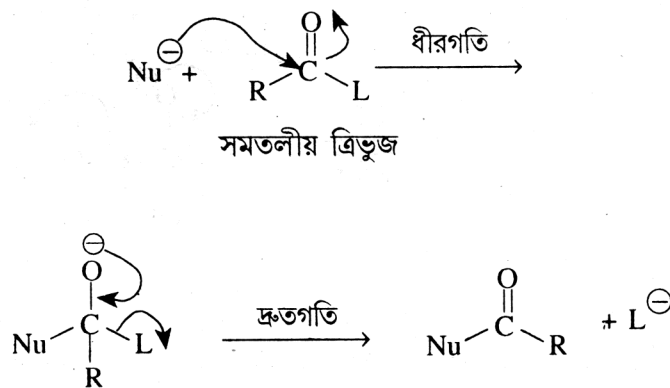


তৃতীয় ধাপ : বিক্রিয়াকেন্দ্রের কার্বনে Cl যুক্ত হয়।



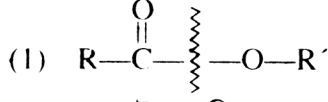
যেহেতু এই বিক্রিয়ায় আগের কনফিগারেশন বজায় থাকে, তাই ধরে নেওয়া হয় যে এই বিক্রিয়ার দ্বিতীয় ধাপে গঠিত কার্বোক্যাটায়ন ও $\text{SO}_2\text{Cl}^{\ominus}$ আয়ন দুটি সম্পূর্ণ বিমুক্ত হয় না। সেজন্য কার্বনের যেদিকে $-\text{OSOCl}$ যুক্ত ছিল সেই দিকেই $-\text{Cl}$ যুক্ত হয়ে যায়।

11.6 অসম্পূর্ণ কার্বনে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া : (সংযোজন ও অপনয়ন বিক্রিয়া)

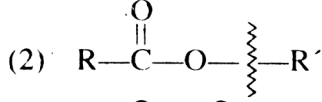


এই বিক্রিয়ার হার Nu^{\ominus} এবং বিক্রিয়ক উভয়ের মোলার গাঢ়ত্বের উপর নির্ভরশীল।

এই বিক্রিয়ার প্রকৃষ্ট উদাহরণ এস্টারের আর্দ্রবিশ্লেষণ। এস্টারের আর্দ্রবিশ্লেষণ দুভাবে হতে পারে :



অ্যাসাইল-অক্সিজেন বন্ধন বিভাজন



অ্যালকিল-অক্সিজেন বন্ধন বিভাজন

কোন বিভাজনটি ঘটেছে তা তেজস্ক্রিয় অক্সিজেনের O^{18} সাহায্য নিয়ে বিক্রিয়ার কৌশল ব্যাখ্যা করা যায়।

(1) অ্যাসাইল-অক্সিজেন বিভাজন :

(i) ক্ষারক অনুঘটকের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া

— $\text{B}_{\text{AC}}2$ বিক্রিয়া-কৌশল।

(ii) অ্যাসিড অনুঘটকের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া

— $\text{A}_{\text{AC}}2$ বিক্রিয়া-কৌশল।

(2) অ্যালকিল-অক্সিজেন বিভাজন :

অ্যাসিড অনুঘটকের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া

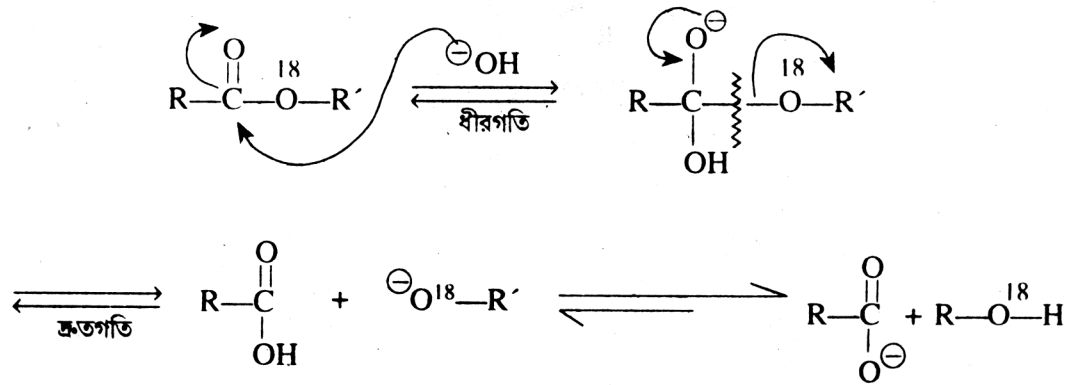
— $\text{A}_{\text{AL}}1$ বিক্রিয়া-কৌশল।

$\text{B}_{\text{AC}}2$: Base catalysed acyl-oxygen fission bimolecular

$\text{A}_{\text{AC}}2$: Acid catalysed acyl-oxygen fission bimolecular

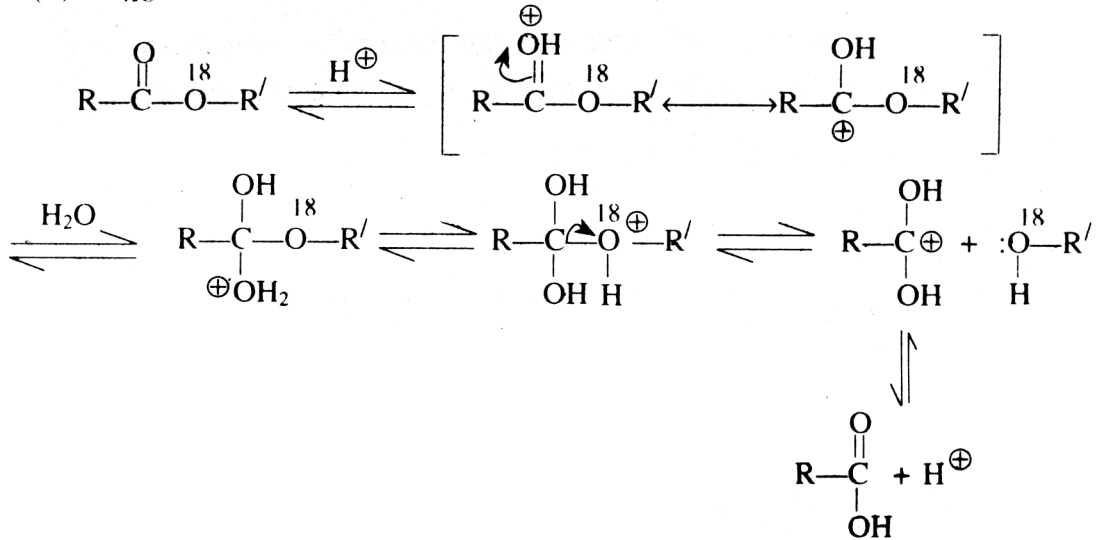
$\text{A}_{\text{AL}}1$: Acid catalysed alkyl-oxygen fission unimolecular

(1) (i) $\text{B}_{\text{AC}}2$ বিক্রিয়া-কৌশল :



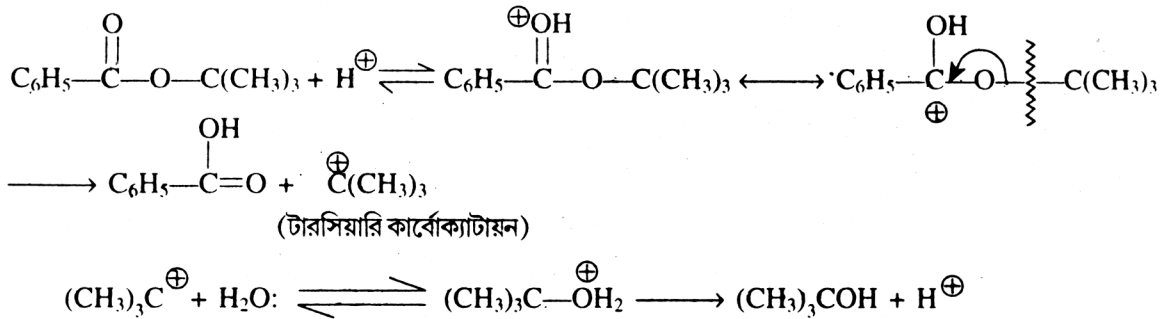
এই বিক্রিয়ার হার এস্টার ও ক্ষারক উভয়ের মোলার গাঢ়ত্বের উপর নির্ভর করে।

(ii) $A_{AC}2$ বিক্রিয়া-কৌশল :



(2) $A_{AL}1$ বিক্রিয়া-কৌশল :

অ্যালকিলমূলক যখন টারসিয়ারি, বেঞ্জাইল ইত্যাদি হয় তখন আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে উৎপন্ন কার্বোক্যাটায়ন সুস্থিরতা লাভ করে। এই কার্বোক্যাটায়ন অ্যালকিল-অক্সিজেন বিভাজনের ফলেই তৈরি হয়েছে।



11.7 অ্যারোমেটিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া

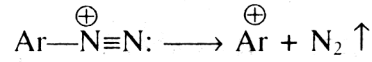
তিনধরনের অ্যারোমেটিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া উল্লেখ করা যায়।

- (1) এক-অণুক কার্বোক্যাটায়ন গঠনে মধ্য দিয়ে S_N1 অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন।
- (2) দ্বি-অণুক জটিল অ্যানায়ন গঠনের মধ্য দিয়ে S_N2 অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন। এটিকে সংযোজন-অপনয়ন বিক্রিয়াও বলা যেতে পারে।
- (3) অপনয়ন-সংযোজন বা অ্যারাইন গঠনের মধ্য দিয়ে অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন।

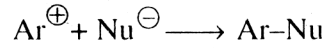
11.7.1 S_N1 অ্যারোমেটিক বিক্রিয়া :

এই বিক্রিয়া খুব কমই ঘটে। একটি উদাহরণ হিসাবে অ্যারোমেটিক ডায়াজোনিয়াম লবণ থেকে ডায়াজোনিয়াম মূলকের প্রতিস্থাপনকে উল্লেখ করা যেতে পারে। এই বিক্রিয়া দুটি ধাপে ঘটে—

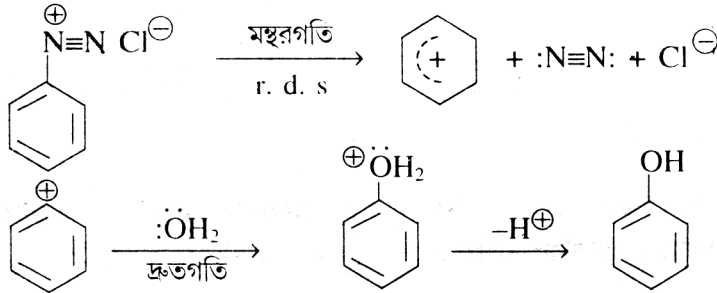
প্রথম ধাপ : এই ধাপে অ্যারাইল কার্বোক্যাটায়ন উৎপন্ন হয়।



দ্বিতীয় ধাপ : অ্যারাইল কার্বোক্যাটায়নের সঙ্গে নিউক্লিওফাইলের বিক্রিয়া

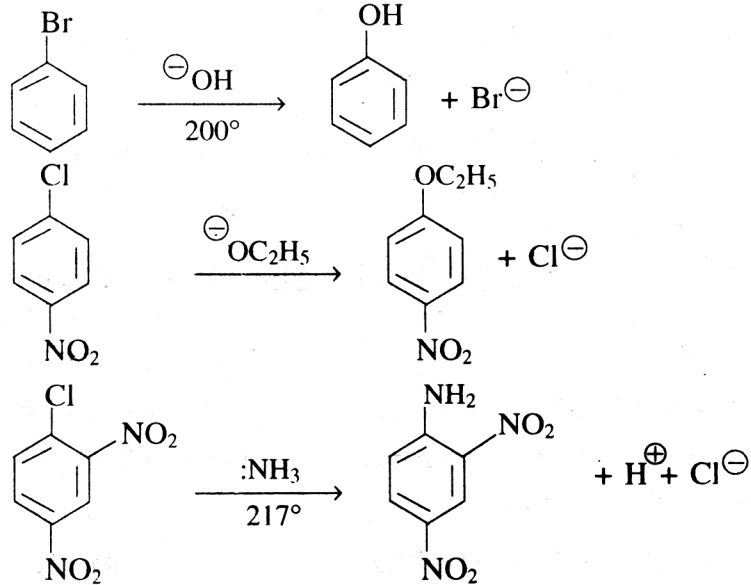


যেমন, বেঞ্জিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে ফিনল তৈরি হয়।



11.7.2 S_N2 অ্যারোমেটিক বিক্রিয়া :

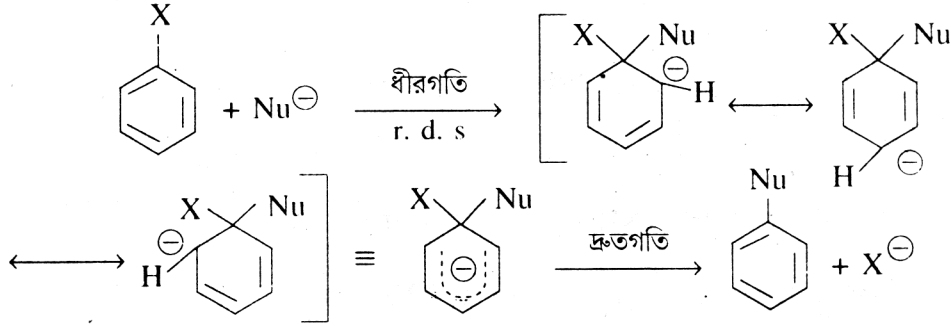
অ্যারোমেটিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার মধ্যে এই বিক্রিয়া সবচেয়ে বেশি উল্লেখযোগ্য। বিক্রিয়াটির কয়েকটি উদাহরণ নিচে দেওয়া হল।



বিক্রিয়াটিকে সংযোজন-অপনয়ন বিক্রিয়া বলা হয়। দুটি ধাপে বিক্রিয়াটি ঘটে।

প্রথম ধাপে নিউক্লিওফাইল (Nu^-) বেঞ্জিন বলয়ের sp^2 -সংকরায়িত কার্বনের সঙ্গে যুক্ত হয়। ফলে, যৌগটি অ্যারোমেটিসিটি বিনষ্ট হওয়ার জন্য সুস্থিরতা হারায়। এই ধাপটি ধীরগতিতে সম্পন্ন হয় এবং এটি r.d.s।

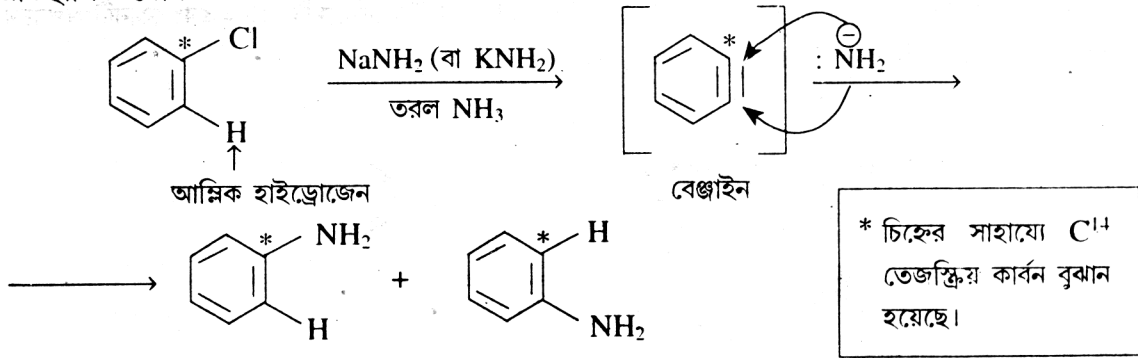
পরের ধাপটি দ্রুতগতিতে ঘটে। অ্যারোমিটিসিটি পুনরায় প্রাপ্ত হওয়ার জন্য যৌগটি সুস্থির হয়।



এই বিক্রিয়ায় Nu^- -এর নিউক্লিওফিলিসিটি বিদায়ী নিউক্লিওফাইল X^- -এর নিউক্লিওফিলিসিটি অপেক্ষা বেশি। তাই X^- এর অপনয়ন সহজ হয়।

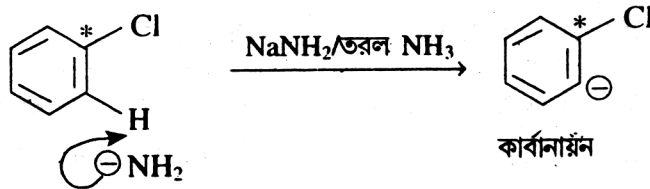
অপনয়ন-সংযোজন বিক্রিয়া :

অ্যারোমেটিক হ্যালাইড তীব্র ক্ষারকের সঙ্গে বিক্রিয়া করলে প্রথমে HX অপনিত হয় এবং অস্থায়ী বেঞ্জাইন (বা অ্যারাইন) মধ্যস্থ গঠন করে। পরে এই অস্থায়ী মধ্যস্থ তীব্র ক্ষারকের সঙ্গে সংযোজন ক্রিয়ার মাধ্যমে প্রতিস্থাপিত যৌগ উৎপন্ন করে। যেমন—

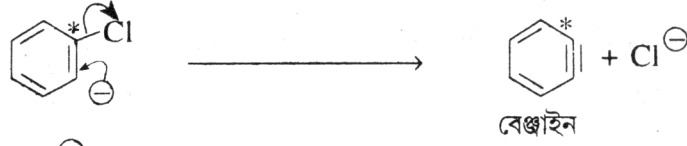


বিক্রিয়ার কলাকৌশল দেখান হল।

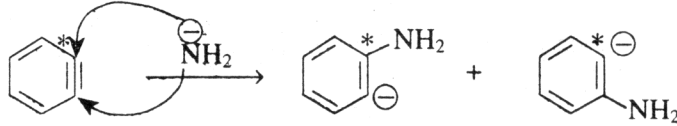
প্রথম পর্যায়ে তীব্র ক্ষারকের প্রভাবে অর্থো-অবস্থানের আম্লিক হাইড্রোজেন অপসারিত হয়ে কার্বানায়ন উৎপন্ন হয়েছে।



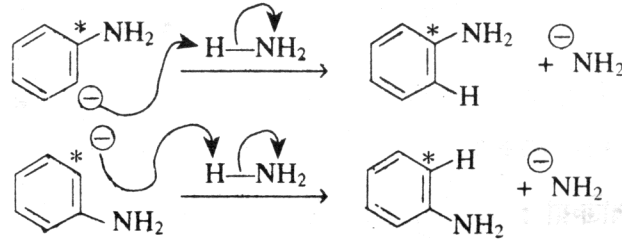
দ্বিতীয় পর্যায়ে Cl^- অপনিত হয়ে বেঞ্জাইন তৈরি হয়।



তৃতীয় পর্যায়ে NH_2^- নিউক্লিওফাইল বেঞ্জাইনের Sp -কার্বনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে কার্বানায়ন উৎপন্ন করে।



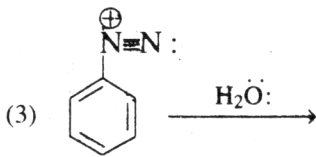
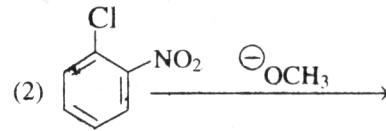
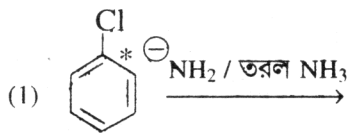
চতুর্থ পর্যায়ে উৎপন্ন কার্বানায়ন দ্রাবক ($:\text{NH}_3$) থেকে প্রোটন গ্রহণ করে।



উপরের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াকে ‘সাইন প্রতিস্থান’ (Cine substitution) বিক্রিয়া বলে।

অনুশীলনী 3

নিচের বিক্রিয়াগুলি সম্পূর্ণ করুন। কোন্টি অ্যারোমেটিক $\text{S}_{\text{N}}1$, কোন্টি অ্যারোমেটিক $\text{S}_{\text{N}}2$ এবং কোন্টি অপনয়ন সংযোজন বিক্রিয়া। বিক্রিয়ার এই নামকরণের ব্যাখ্যা দিন।



11.8 অ্যারোমেটিক ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া

পর্যায় (1)-এর একক (6) পাঠ করে আপনি জেনেছেন যে, বেঞ্জিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ। অ্যারোমেটিসিটি কাকে বলে এবং উৎস কী তার ব্যাখ্যাও আপনি একক (6)-এ জানতে পেরেছেন।

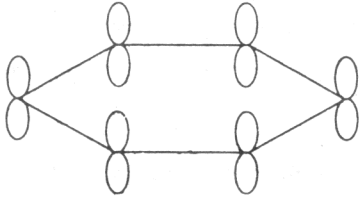
পর্যায় (1)-এর (4) এবং (5) একক দুটিতে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (অ্যালকিন এবং অ্যালকাইনে) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ার (যুত যৌগ গঠনের) কারণসহ অনেক উদাহরণ পেয়েছেন।

বর্তমান পর্যায়ের [পর্যায় (2)] একক 12-তেও অসম্পৃক্ত যৌগে ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে। বর্তমান এককটির প্রথম অংশের আলোচনায় অ্যালিফ্যাটিক যৌগের Sp^3 সংকরায়িত সম্পৃক্ত কার্বনে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (S_N1 / S_N2) সম্বন্ধে আপনি জেনেছেন।

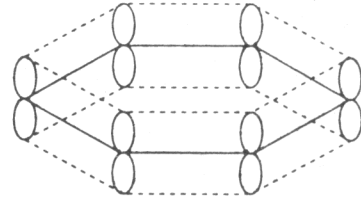
উপরের আলোচনার উদ্দেশ্য হল যাতে আপনি বুঝতে পারেন যে, সম্পৃক্ত অ্যালিফ্যাটিক যৌগে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া খুবই সাধারণ (very common) এবং অসম্পৃক্ত অ্যালিফ্যাটিক যৌগে (অ্যালকিন / অ্যালকাইন) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়াই প্রধান।

বেঞ্জিন বা বেঞ্জিনজাত যৌগে অসম্পৃক্ততা (তিনটি দ্বিবন্ধন) থাকা সত্ত্বেও এই যৌগগুলি ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ার পরিবর্তে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। অর্থাৎ বেঞ্জিন বলয়ে তিনটি দ্বিবন্ধন থাকা সত্ত্বেও এই দ্বিবন্ধনগুলি অ্যালকিনের দ্বিবন্ধন থেকে আলাদা চরিত্রের। অ্যালকিনের দ্বিবন্ধন যেমন সক্রিয়ভাবে ইলেকট্রোফাইলের সঙ্গে সংযোজন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে, বেঞ্জিন বা বেঞ্জিনজাত যৌগ কিন্তু ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় সহজেই অংশগ্রহণ করে, সংযোজন বিক্রিয়ায় নয়।

অ্যারোমেটিক যৌগে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া আলোচনার আগে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় বেঞ্জিনের আণবিক কক্ষকের ভূমিকা সম্বন্ধে আলোকপাত করার প্রয়োজন।



বেঞ্জিন-কার্বনের P_z পারমাণবিক কক্ষক



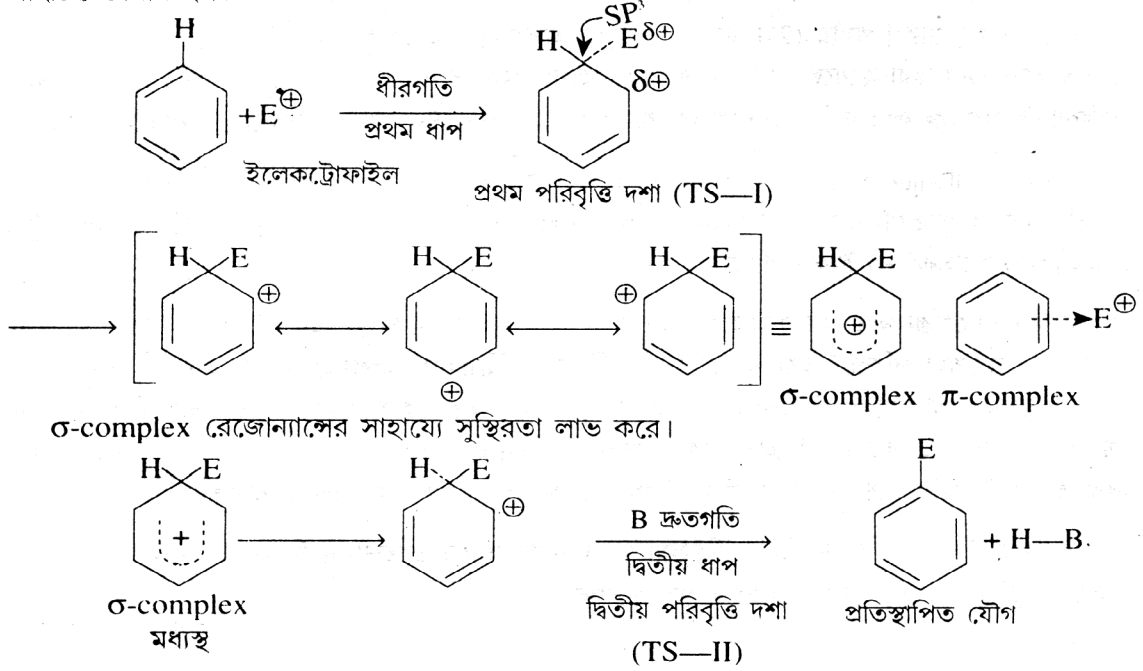
বেঞ্জিনের আণবিক কক্ষক

বেঞ্জিনের ছয়টি কার্বন সমযোজী বন্ধনসহ সমতলীয় (কাগজের সমতলে অবস্থিত)। P_z -পারমাণবিক কক্ষকগুলি বেঞ্জিন বলয়ের উপর ও নিচে লম্বভাবে অবস্থিত। পাশাপাশি কার্বনের সমান্তরাল p_z -কক্ষকগুলি অভিলেপনের ফলে বেঞ্জিনের আণবিক কক্ষকের উৎপত্তি হয় এবং সমতলীয় বেঞ্জিন বলয়ের উপরে ও নিচে অপরাতড়িৎবাহী ইলেকট্রন মেঘের সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ বেঞ্জিনের ছয়টি কার্বনই যেন একটি ইলেকট্রন এনভেলপের (Electron envelope) ভিতরে সাম্যাবস্থায় অবস্থিত। তাই কোন নিউক্লিওফাইল, Nu^- বেঞ্জিন বলয়ের নিকটে আসলেই বিকর্ষণের ফলে এটি দূরে সরে যায়। তাই নিউক্লিওফিলিক বিক্রিয়া বেঞ্জিন বলয়ে সহজে ঘটে না। পক্ষান্তরে যদি কোন ইলেকট্রোফাইল, E^+ বেঞ্জিন বলয়ের নিকটে আসে তবে সহজেই ইলেকট্রন মেঘ দ্বারা আকর্ষিত হয় এবং কার্বনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটায়।

আমরা এখন বেঞ্জিন এবং বেঞ্জিনজাত যৌগের ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বিশদভাবে আলোচনা করবো।

অ্যারোমেটিক ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার কলাকৌশল :

অ্যারোমেটিক ইলেকট্রোফিলিক বিক্রিয়ার সাধারণ কলাকৌশল অধিক গ্রহণযোগ্য δ -complex গঠনের সাহায্যে দেখান হল।



প্রথম পরিবর্তি দশাতে (TS-1) ইলেকট্রোফাইল বেঞ্জিন বলয়ের কার্বনের সঙ্গে পুরোপুরি সমযোজী বন্ধন তৈরি করে না। এটি পরে সুস্থির σ -complex এ পরিণত হয়। σ -complex-এ বেঞ্জিন বলয়ের কার্বনের সঙ্গে হাইড্রোজেন (H) ও (E^+) দুটিই সমযোজী বন্ধন দ্বারা যুক্ত।

এই মধ্যস্থ σ -complexটি যখন দ্বিতীয় পরিবর্তি দশাতে (TS-II) রূপান্তরিত হয় তখন H-পরমাণু বেঞ্জিন বলয়ের কার্বনের সঙ্গে দুর্বল বন্ধন দ্বারা এবং ইলেকট্রোফাইল (E^+) এ কার্বনের সঙ্গে সমযোজী বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। বিক্রিয়াস্থলে অবস্থিত কোন ক্ষারক [B] আম্লিক হাইড্রোজেন অপসারিত করে প্রতিস্থাপিত যৌগ উৎপন্ন করে।

11.8.1 হাইড্রোজেন অপসারণের পর বেঞ্জিন বলয়ে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া :

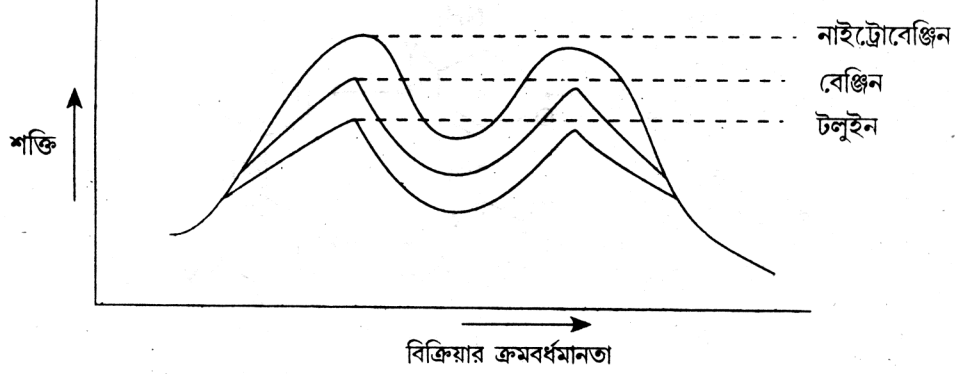
যদি অ্যারোমেটিক বলয়ের একটি H আগেই $-X$ মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে থাকে তবে ঐ যৌগটি ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত বা মন্দীভূত করে দিতে পারে— কী হতে পারে তা ঐ $-X$ মূলকের প্রকৃতির উপর সম্পূর্ণ নির্ভরশীল হবে।

যেমন, এখানে ইলেকট্রন প্রদানকারী কোন মূলক যেমন, $-R$ মূলক যুক্ত থাকলে X^+ দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ত্বরান্বিত হবে।

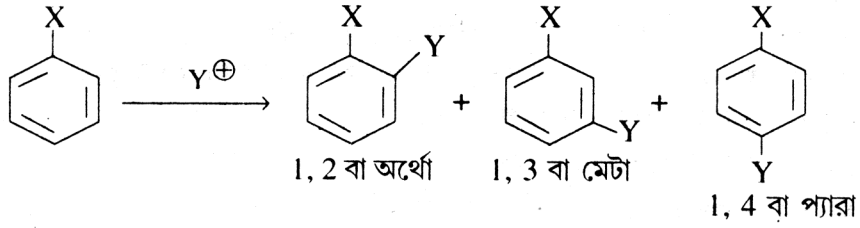
অর্থাৎ বিক্রিয়ার হার : বেঞ্জিন $<$ টলুইন

আবার যদি অ্যারোমেটিক বলয়ে কোন ইলেকট্রন আকর্ষণকারী মূলক যেমন নাইট্রোমূলক থাকে তাহলে বিক্রিয়ার হার অপেক্ষাকৃত মন্দীভূত হয়ে যায়।

অর্থাৎ বিক্রিয়ার হার : বেঞ্জিন > নাইট্রোবেঞ্জিন
নিম্নে বর্ণিত রেখাচিত্রে ইহা ব্যাখ্যা করা হয়েছে।



যেহেতু বেঞ্জিন বলয়ের দুটি কার্বন পরমাণুই সর্বসম, এক-প্রতিস্থাপিত বেঞ্জিন (monosubstituted benzene)-এর কোন সমাবয়ব নেই। কিন্তু এক-প্রতিস্থাপিত বেঞ্জিনে যদি দ্বিতীয় কোন প্রতিস্থাপক যুক্ত হয় তবে প্রথম প্রতিস্থাপকের সঙ্গে 1, 2-, 1, 3- বা 1, 4-দ্বি-প্রতিস্থাপিত বেঞ্জিন অর্থাৎ তিনটি সমাবয়ব গঠিত হতে পারে।



এক্ষেত্রে কোনটি সঠিক বিক্রিয়াজাত পদার্থ হবে তা সম্পূর্ণরূপে X-এর প্রকৃতির উপর নির্ভরশীল।

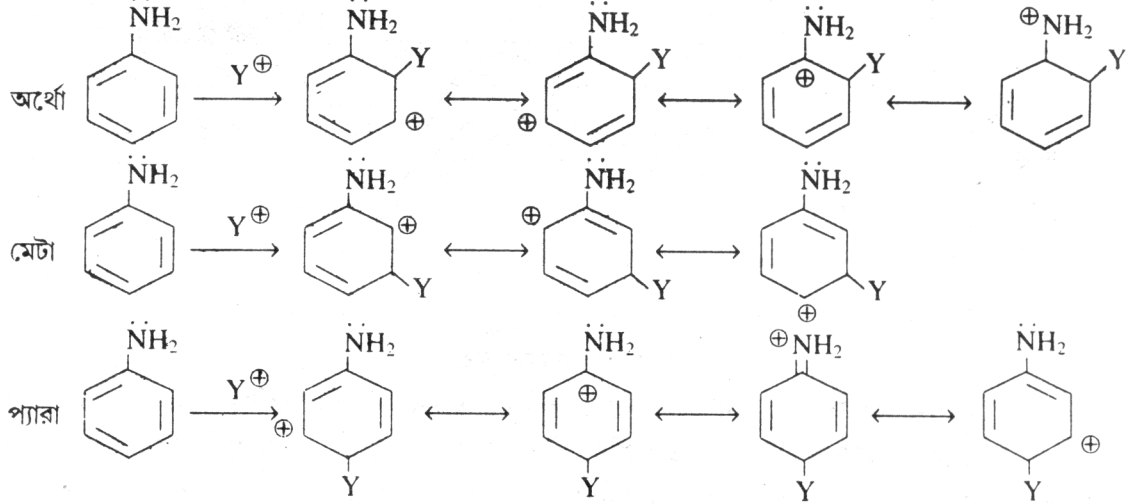
‘X’ মূলকের প্রকৃতি

সম্ভাব্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ

- | | |
|---|--------|
| (i) —OR বা —OH | o—, p— |
| —NH ₂ , —NHCOR, —SR | ” |
| —NR ₂ | ” |
| —Cl, —Br, —I, —Ph | ” |
| (ii) —R | ” |
| (iii) —NH ₃ ⁺ , —NR ₃ ⁺ , —PR ₃ ⁺ | m— |
| —CF ₃ , —CCl ₃ | ” |
| (iv) —NO ₂ , —CN, —SO ₃ H, | m— |
| —COOH, —COOR, —CHO | ” |
| —COR | ” |

(i), (ii)-এর জন্য আমরা অর্থো ও প্যারা যৌগের মিশ্রণ পাব এবং (iii) ও (iv) এর জন্য শুধু দ্বিপ্রতিস্থাপিত মেটা যৌগ পাব।

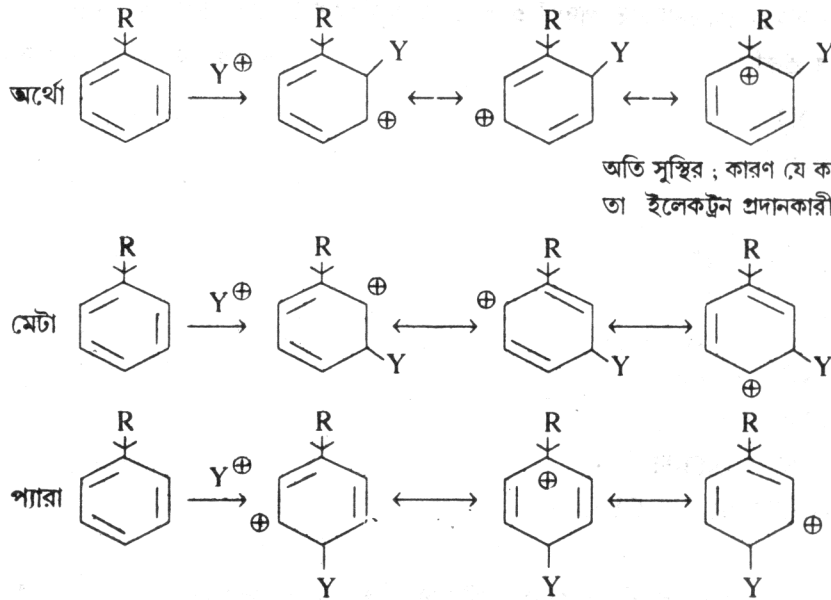
এই ধরনের প্রতিস্থাপনের কারণ হিসেবে σ -জটিল যৌগের পরিবৃদ্ধি দশার স্থায়িত্বের কথা বলা যেতে পারে। $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{Cl}$ ইত্যাদি প্রতিস্থাপক $-\text{X}$ হিসেবে উপস্থিত থাকলে—



এই X মূলকগুলির প্রত্যেকটিতে নিম্নলিখিত ধর্ম দেখা যায় :

- (1) প্রত্যেক মূলকের একটি তড়িৎ-ঋণাত্মক পরমাণু সরাসরি বেঞ্জিন বলয়ের সঙ্গে যুক্ত হয়েছে।
- (2) ঐ পরমাণুতে অন্তত একজোড়া p-ইলেকট্রন পারমাণবিক কক্ষকে থাকবে যা p- π সংঘর্ষে বেঞ্জিন বলয়ের π -ইলেকট্রনগুলির সঙ্গে লিপ্ত থাকে।
- (3) ঐ পরমাণুর কোন π -ইলেকট্রন থাকবে না।

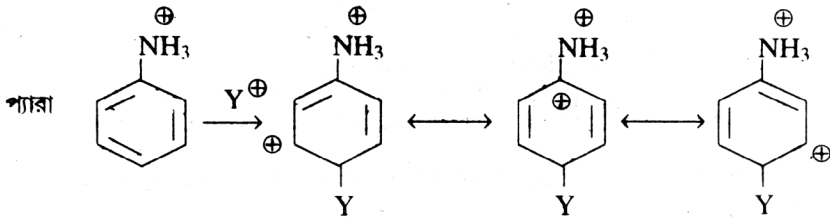
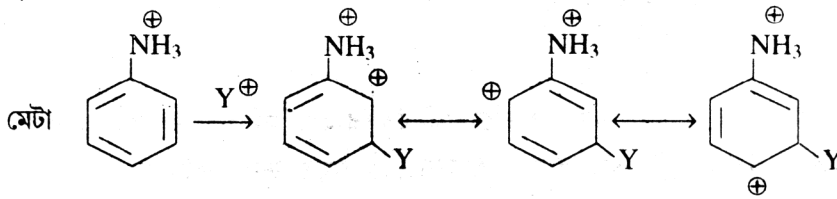
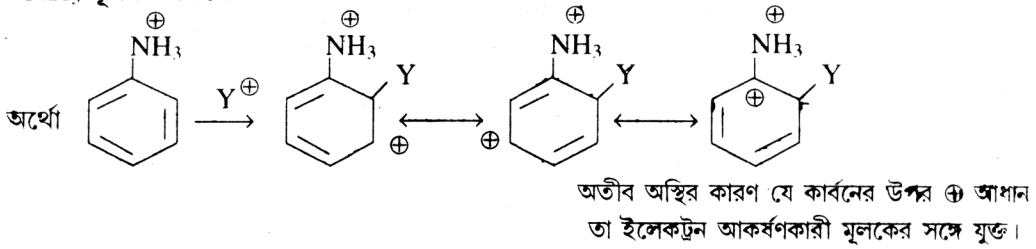
$-\text{R}$ মূলক প্রতিস্থাপক হিসেবে উপস্থিত থাকলে—



অতি সুস্থির ; কারণ যে কার্বনের উপর \oplus আধান তা ইলেকট্রন প্রদানকারী মূলকের সঙ্গে যুক্ত।

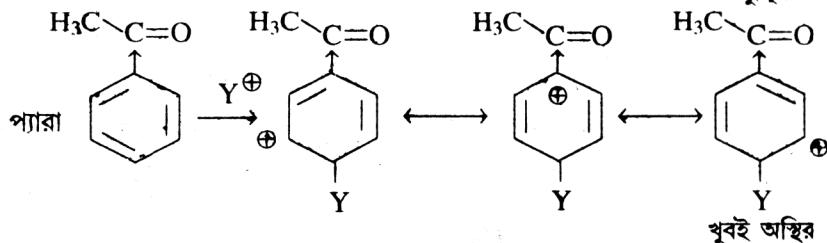
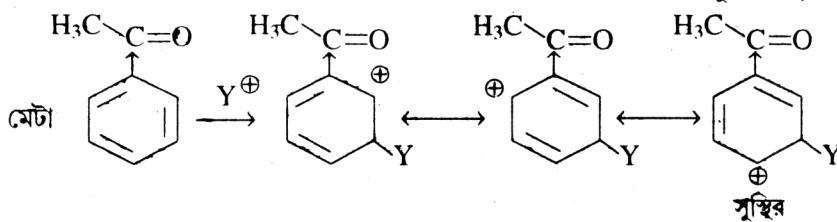
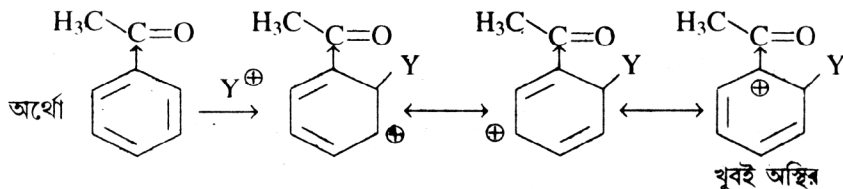
খুবই সুস্থির ; কারণ যে কার্বনের উপর \oplus আধান তা ইলেকট্রন প্রদানকারী মূলকের সঙ্গে যুক্ত।

\oplus -NH₃ মূলক থাকলে—



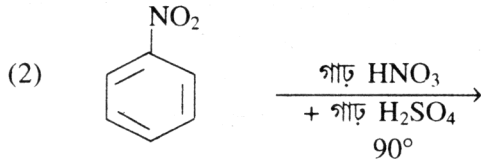
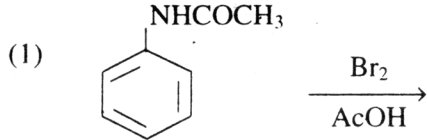
অতীব অস্থির কারণ যে কার্বনের উপর \oplus আধান
তা ইলেকট্রন আকর্ষণকারী মূলকের সঙ্গে যুক্ত।

বেঞ্জিন বলয়ের কার্বন যখন কোন মূলকের অসম্পৃক্ত কার্বনের সঙ্গে যুক্ত থাকে (অর্থাৎ মূলকের কার্বনে যখন দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন আছে) তখন ইলেকট্রোফাইলটি বেঞ্জিন বলয়ের মেটা (m-) কার্বনের সঙ্গে যুক্ত হয়।



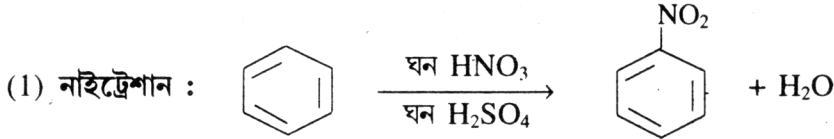
অনুশীলনী-4

নিচের ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় বিক্রিয়াজাত যৌগ কী হবে?



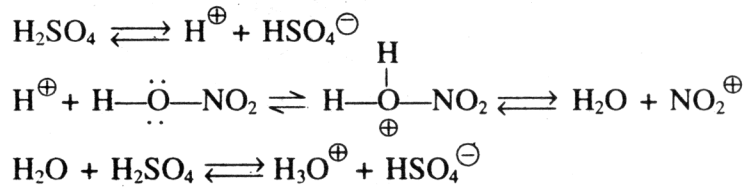
দ্বিতীয় বিক্রিয়াটিতে ইলেকট্রোফাইল কোনটি? কীভাবে এটি উৎপন্ন হয়? সমীকরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা করুন।

11.8.2 বেঞ্জিন বলয়ে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার কলাকৌশল :



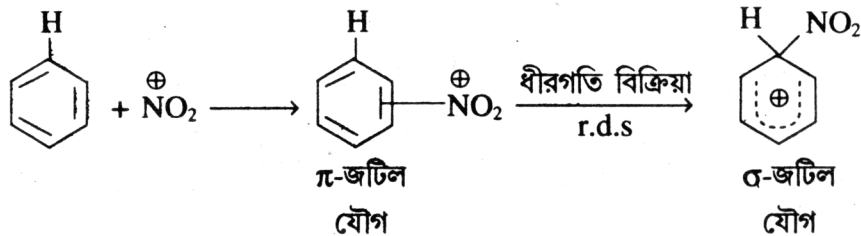
এই বিক্রিয়ার তাপমাত্রা সর্বদা 50°—60°C-এর মধ্যে রাখা হয় কারণ তার উপরে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে নাইট্রোবেঞ্জিনের সঙ্গে বেশি পরিমাণে মেটা-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন উৎপন্ন হয়।

ঘন H₂SO₄ অনুঘটকের কাজ করে। অ্যাসিড মিশ্রণে H₂SO₄ আয়নিত হয়ে H⁺ উৎপন্ন করে। HNO₃ এই প্রোটনকে গ্রহণ করে নাইট্রোনিয়াম আয়ন [NO₂⁺] তৈরি করে। এখানে H₂SO₄ একটি অম্ল এবং HNO₃ ক্ষার হিসাবে চিহ্নিত করা যায়।

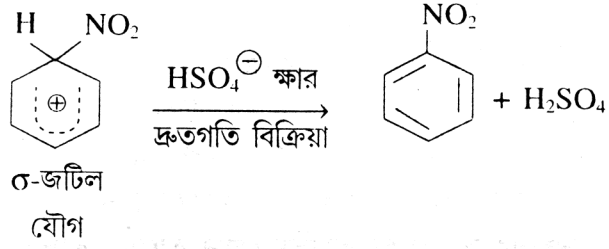


NO₂⁺ ইলেকট্রোফাইল বেঞ্জিনের সঙ্গে দুধাপে বিক্রিয়া করে।

প্রথম ধাপ :



দ্বিতীয় ধাপ :

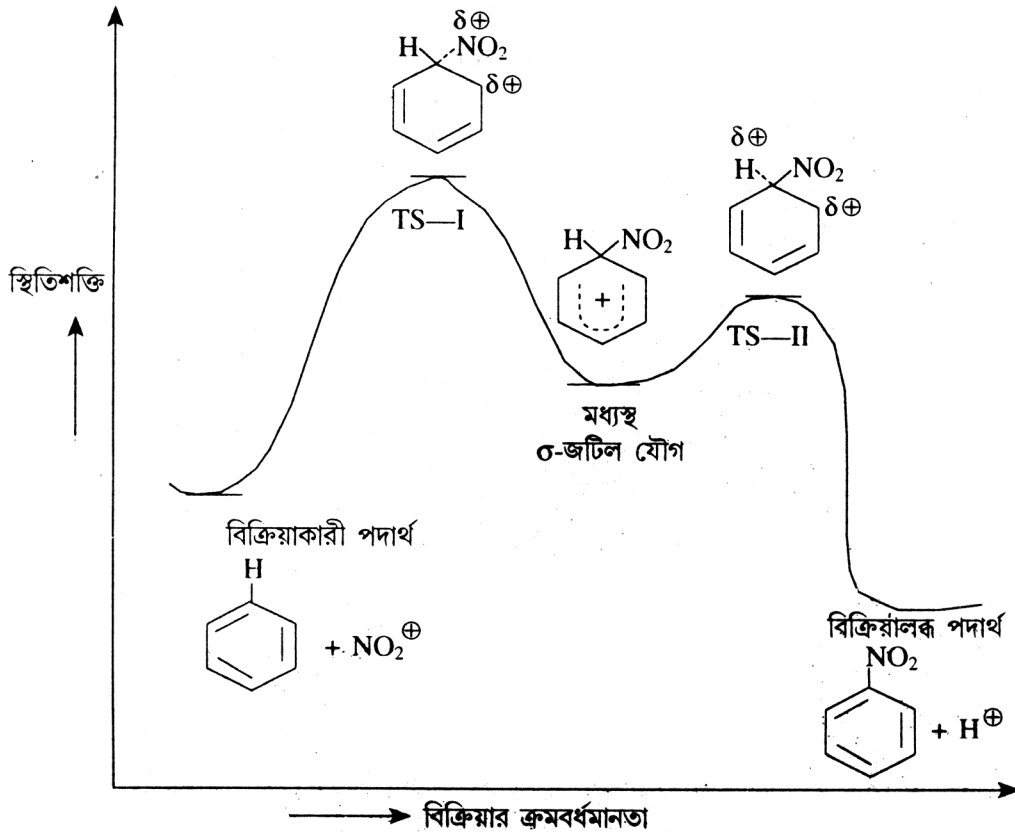


এখানে আর TS—I এবং TS—II দেখানো হল না ; কারণ এর ধারণা ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার কৌশল আলোচনার সময় আগেই দেওয়া হয়েছে।

দ্বিতীয় ধাপে HSO_4^- ক্ষার হিসাবে কাজ করে। কারণ ইহা σ -জটিল যৌগ থেকে আম্লিক হাইড্রোজেন অপসারণ করে অ্যারোমেটিক যৌগ, নাইট্রোবেঞ্জিন উৎপন্ন করেছে।

নাইট্রেশন বিক্রিয়ার লেখচিত্র নিচে দেখান হল। এই লেখচিত্রে বিক্রিয়াকারী পদার্থের অবস্থান, TS—I, TS—II, মধ্যস্থ এবং বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের অবস্থান নির্দিষ্ট করে বলা হয়েছে।

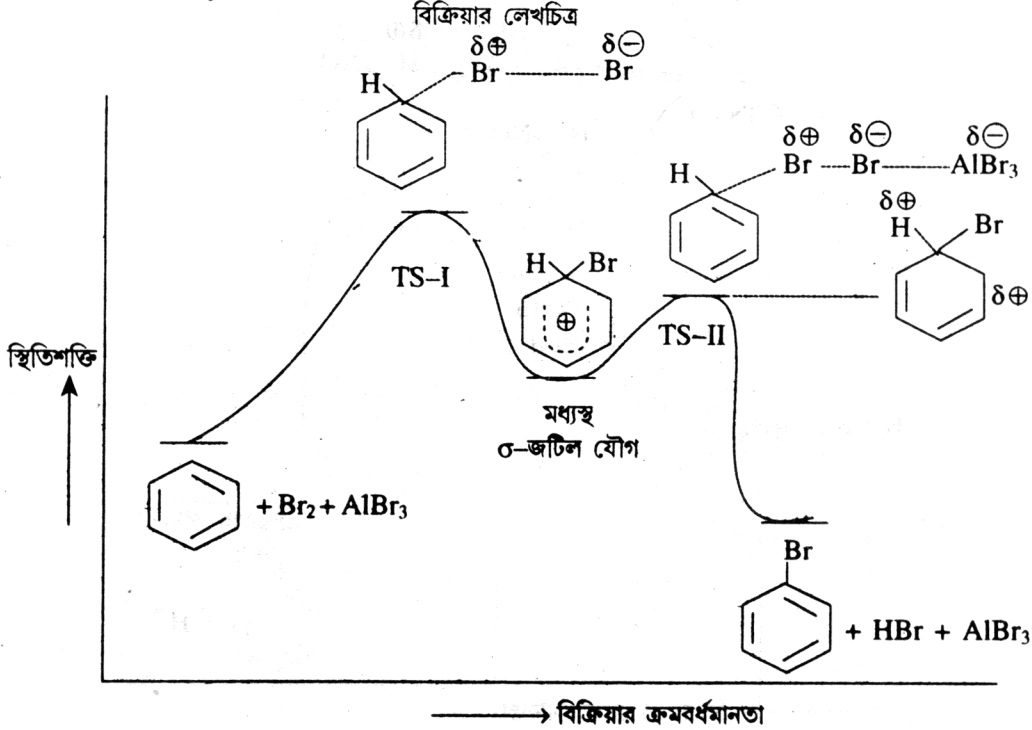
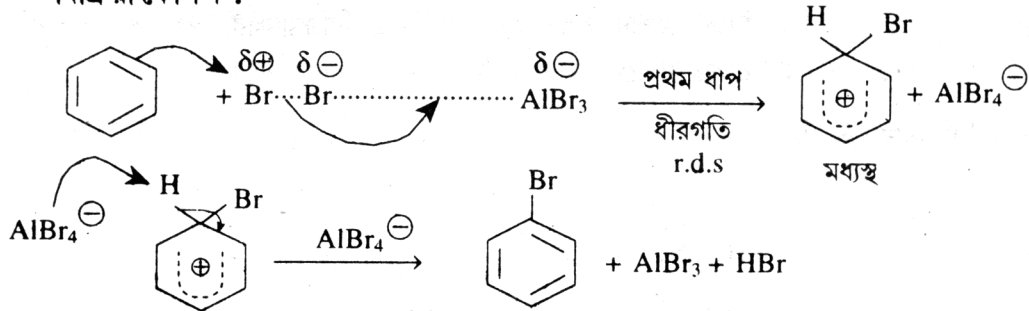
নাইট্রেশন বিক্রিয়ার লেখচিত্র :



(2) হ্যালোজিনেশন :

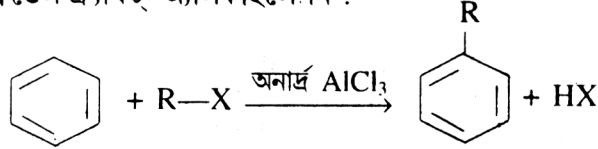
এই বিক্রিয়ার গতি-প্রকৃতি নাইট্রেশন বিক্রিয়ার মতই। হ্যালোজিনেশন বিক্রিয়ায় কিছু প্রয়োজনীয় তথ্য যোগ করা হল। এখানে বেঞ্জিন ও ব্রোমিনের সঙ্গে বিক্রিয়া আলোচনা করা হল। এই বিক্রিয়া হ্যালোজেন ও অ্যারোমেটিক যৌগের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। হ্যালোজেনের বিক্রিয়ার প্রবণতা : $I_2 > Br_2 > Cl_2$ ক্রিয়াশীল অ্যারোমেটিক যৌগের সঙ্গে অপ্রবীয়ায় দ্রাবকে আণবিক হ্যালোজেন ইলেকট্রোফাইলের কাজ করে। কিন্তু অপ্রবীয়ায় দ্রাবকে হ্যালোজিনেশনের জন্য লুইস অ্যাসিড যেমন $AlCl_3$, $AlBr_3$; $FeCl_3$, $FeBr_3$ অথবা Fe গুঁড়া এবং Cl_2 গ্যাস [ক্লোরিনেশনের জন্য] অনুঘটকের প্রয়োজন হয়। Fe এবং Cl_2 গ্যাস ব্যবহার করলে $FeCl_3$ অনুঘটক বিক্রিয়াস্থলেই তৈরি হয়। এখানে $Br_2/AlBr_3$ -এর সাহায্যে ব্রোমিনেশন বিক্রিয়ার কৌশল দেখান হয়েছে। এখানে $[Br^{\oplus}]$ ইলেকট্রোফাইল।

বিক্রিয়া কৌশল :

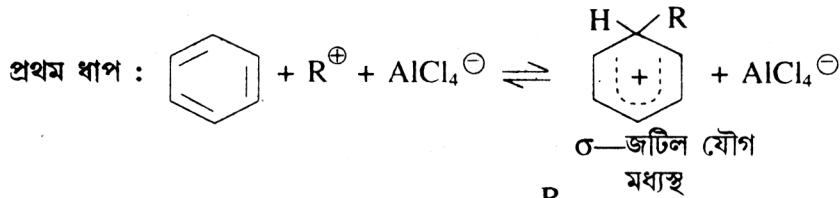
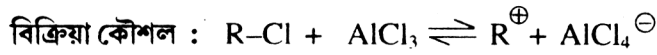


$AlBr_3$ অনুঘটকের হিসাবে ব্যবহার করার ফলে TS - 1-এর উচ্চতা কিছুটা কম হয়। অর্থাৎ σ -complex মধ্যস্থ তৈরি করার জন্য activation energy হ্রাস পায়।

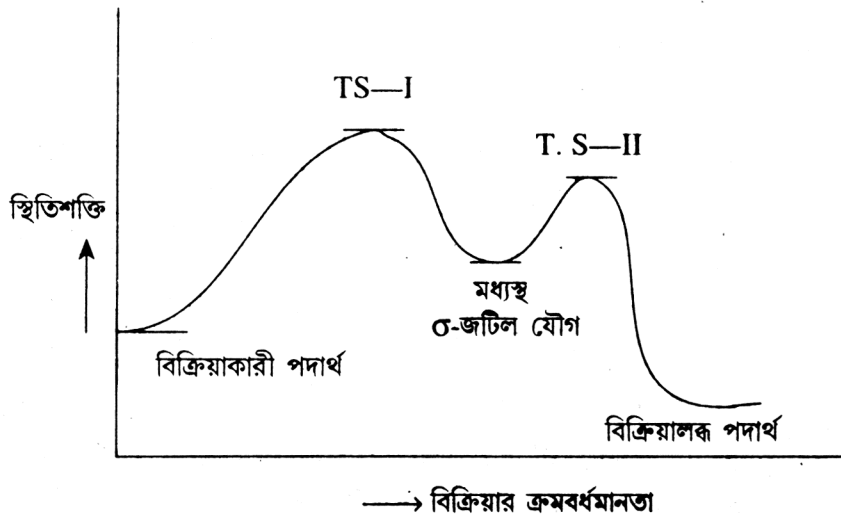
(গ) ফ্রিডেল-ক্র্যাফট অ্যালকাইলেশন :



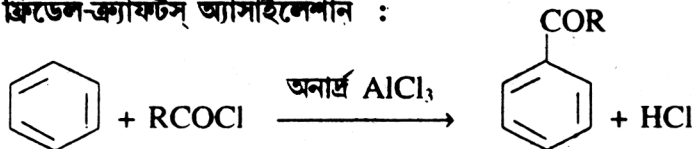
এখানে অনার্দ্র $AlCl_3$ অনুঘটকের কাজ করে এবং অ্যালকিল হ্যালাইড থেকে কার্বোক্যাটায়ন $[R^{\oplus}]$ ইলেকট্রোফাইল উৎপন্ন করে।



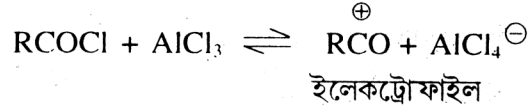
বিক্রিয়ার লেখচিত্র :



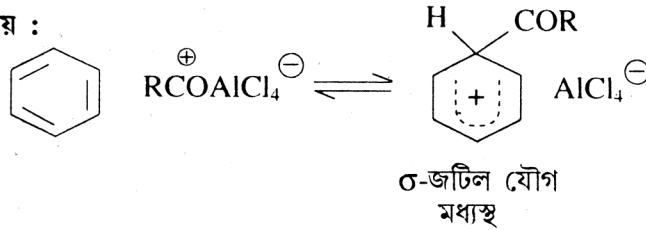
(4) ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যাসাইলেশন :



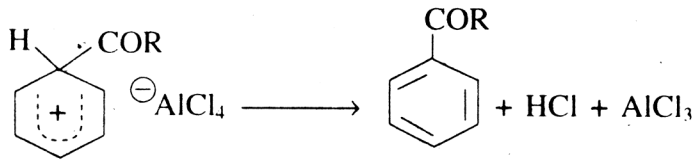
অনার্দ্র AlCl_3 অনুঘটকের কাজ করে।



দ্বিতীয় পর্যায় :



তৃতীয় পর্যায় : জটিল যৌগ থেকে AlCl_4^{\ominus} দ্বারা প্রোটন অপসারণ

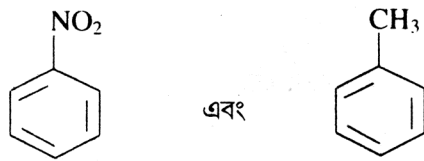


এখানে দ্বিতীয় পর্যায়ের সর্বাপেক্ষা স্লথগতির বিক্রিয়ার রেখাচিত্র ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকাইলেশানের মতোই।

অনুশীলনী 5

(i) ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস বিক্রিয়ায় অনার্দ্র AlCl_3 ব্যবহার করা হয় কেন? একটি বিক্রিয়া উল্লেখ করে AlCl_3 -এর প্রয়োজনীয়তা দেখান।

(ii) দুটি যৌগের মধ্যে কোন্টিতে ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস বিক্রিয়া ঘটবে না? আপনার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দিন। যৌগ দুটি হল :



(5) সালফোনেশন : বেঞ্জিন বলয়ের একটি হাইড্রোজেন সালফোনিক অ্যাসিড মূলক দিয়ে প্রতিস্থাপিত হলে বিক্রিয়াটিকে সালফোনেশন বিক্রিয়া বলে। এটি অ্যারোম্যাটিক ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। বিকারক হিসাবে গাঢ় H_2SO_4 , গাঢ় H_2SO_4 -এ দ্রবীভূত SO_3 (ওলিয়াম, Oleum) অথবা ক্লোরোসালফোনিক

অ্যাসিড, $\text{Cl}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{OH}$ ব্যবহার করা হয়। এখানে SO_3 ইলেকট্রোফাইলের সাহায্যে বিক্রিয়ার কৌশল দেখান হল।