
একক 6 □ অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন (1)—বেনজিন ও সমগণীয় শ্রেণী

গঠন

- 6.1 প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য
- 6.2 বেনজিনের উৎস এবং পৃথকীকরণ
- 6.3 বেনজিনের গঠন
- 6.4 রেজোনেন্স ও অ্যারোমেটিসিটি
- 6.5 অ্যারোমেটিক যৌগের রাসায়নিক বিক্রিয়া
 - 6.5.1 নাইট্রেশন
 - 6.5.2 হ্যালোজিনেশন
 - 6.5.3 সালফোনেশন
 - 6.5.4 প্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন
 - 6.5.5 ফ্লিডেল-ক্র্যাফটস অ্যাসাইলেশন
 - 6.5.6 ইলেকট্রোফিলীয় অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্রিয়া-কৌশল
- 6.6 বেনজিনের যুত-বিক্রিয়া
- 6.7 বিজারণ
- 6.8 বেনজিনের সমগণ
- 6.9 বেনজিনের সমগণের সংশ্লেষণ
- 6.10 বিক্রিয়ার উপর প্রতিস্থাপকের প্রভাব
- 6.11 পার্শ্ব-শৃঙ্খলের বিক্রিয়া
 - 6.11.1 পার্শ্ব-শৃঙ্খলে প্রতিস্থাপন
 - 6.11.2 পার্শ্ব-শৃঙ্খলে জারণ
- 6.12 সারাংশ
- 6.13 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী
- 6.14 উত্তরমালা

6.1 প্রস্তাবনা

একক 3,4 ও 5- আপনারা অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন সম্পর্কে অনেক তথ্য জেনেছেন। এখন আমরা অন্য এক শ্রেণীর যৌগ—অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন সম্বন্ধে আলোচনা করবো।

জৈব-রসায়নের ক্রমবিকাশের গোড়ার দিকে জৈব যৌগসমূহকে অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক—এই দু'শ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছিল। চর্বিসমূহ যেমন পশুমেদ, জলপাইয়ের তেল ইত্যাদি থেকে প্রাপ্ত যৌগগুলিকে অ্যালিফেটিক যৌগ আর রেজিন, বলসম (balsam) এবং সুগন্ধী তেল থেকে প্রাপ্ত যৌগগুলিকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলা হত। গ্রীক ভাষায় চর্বির প্রতিশব্দ অ্যালিফোজ (aliphos) থেকে অ্যালিফেটিক এবং সুগন্ধের প্রতিশব্দ অ্যারোমা (aroma) থেকে অ্যারোমেটিক নাম দুটির উৎপত্তি হয়েছে। বর্তমানে বেনজিন এবং বেনজিনের সাথে সম্পর্কযুক্ত যৌগগুলিকেই সাধারণত অ্যারোমেটিক যৌগ বলা হয়। সুতরাং পূর্বের ধারণা অনুযায়ী সুগন্ধযুক্ত জৈব যৌগমাত্রই অ্যারোমেটিক এবং অ্যারোমেটিক যৌগমাত্রই সুগন্ধযুক্ত এর কোন ভিত্তি নেই।

1825 খ্রিস্টাব্দে মাইকেল ফ্যারাডে (Michale Faraday) আলোক উৎপাদনের জন্য ব্যবহৃত তিমি মাছের তেল থেকে উৎপন্ন গ্যাসের মধ্যে বেনজিন আবিষ্কার করেন। পরে 1845 খ্রিস্টাব্দে হফম্যান (Hofmann) আলকাতরা থেকে বেনজিন পৃথক করেন।

প্রাকৃতিক উৎস থেকে প্রাপ্ত এবং রসায়নাগারে সংশ্লেষিত বিভিন্ন ধরনের ঔষধগুলি অ্যারোমেটিক শ্রেণীর। স্থানীয় চেতনানাশক প্রোকেন (procaine) এবং ঘুমের বড়ি ডায়াজিপাম (diazepam) হল অ্যারোমেটিক যৌগ। বেনজিন স্বাস্থ্যের পক্ষে ক্ষতিকারক। এর ব্যবহারে ক্যানসারে আক্রান্ত হওয়ার প্রবণতা দেখা যায়। অনেকদিন ধরে বেনজিনের সংস্পর্শে এলে অস্থি-মজ্জার ঘাটতি দেখা দেয়। তাই বেনজিন ব্যবহার করার সময় বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত।

অ্যারোমেটিক যৌগের গুরুত্ব বিবেচনা করে এই এককে আমরা বেনজিন এবং বেনজিনের সমগণ যৌগের রসায়ন (Chemistry) আলোচনা করবো।

উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি—

- বেনজিনের পৃথকীকরণ বর্ণনা করতে পারবেন,
- রেজোনেন্স ও অ্যারোমেটিসিটি ব্যাখ্যা করতে পারবেন,
- অ্যারোমেটিক যৌগের উল্লেখযোগ্য বিক্রিয়াগুলি আলোচনা করতে পারবেন,
- বেনজিনের সমগণ বা অ্যারিগসমূহের সম্পর্কে ধারণা দিতে ও সংশ্লেষণ করতে পারবেন,
- অ্যারিগসমূহের পার্শ্ব-শৃঙ্খল ও বলয়ঘটিত উল্লেখযোগ্য বিক্রিয়াগুলি আলোচনা করতে সক্ষম হবেন।

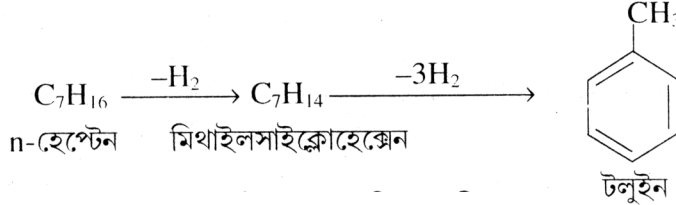
6.2 বেনজিনের উৎস এবং পৃথকীকরণ (Source and isolation of benzene)

বেনজিন এবং তার সমগণ আলকাতরা থেকে সংগ্রহ করলেও আজকাল এদের এক অতি গুরুত্বপূর্ণ উৎস হ'ল খনিজ পেট্রোলিয়াম। অ্যারোমেটিক যৌগ নয় এমন সব উপাদান থেকেও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন প্রস্তুত করা হয় এবং অধুনা এটাই মুখ্য উৎস।

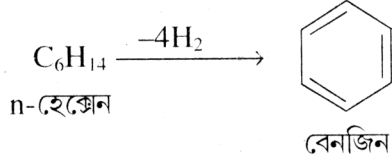
হাইড্রোফরমিং বা প্রভাবক ঘটিত সংস্থার (Hydroforming or Catalytic reforming) : এই পদ্ধতি হাইড্রোজেন বিযুক্তিকরণ (dehydrogenation), বৃত্তায়ন (cyclisation) এবং সমাবয়বী রূপান্তর (isomerisation) বিক্রিয়াসমূহের উপর প্রতিষ্ঠিত।

হাইড্রোফরমিং বিক্রিয়া উচ্চ চাপে এবং 480°-550° তাপমাত্রায় প্লাটিনাম অনুঘটকের উপস্থিতিতে ঘটনো হয়। হাইড্রোফরমিং বিক্রিয়ার কয়েকটি উদাহরণ :

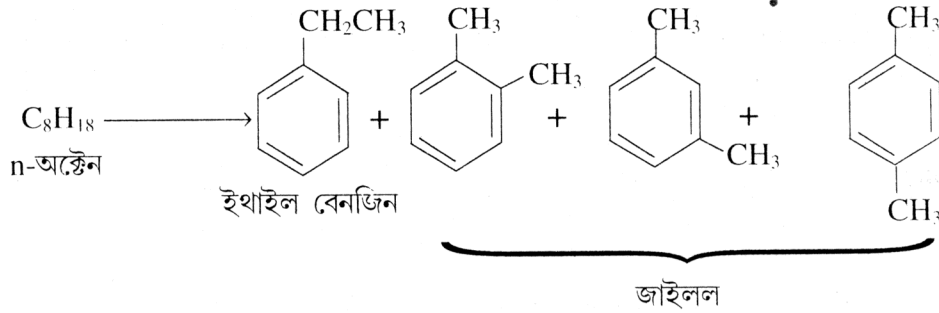
- (1) n-হেপ্টেন এই প্রক্রিয়ায় অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন টলুইনে পরিণত হয়।



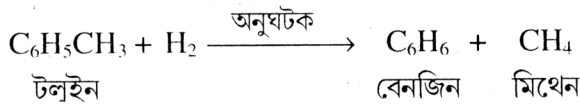
- (2) n-হেক্সেন অনুরূপ পরিবেশে বেনজিনে পরিণত হয়।



- (3) n-অক্টেন একইভাবে ইথাইল বেনজিন ও জাইললে পরিণত হয়।

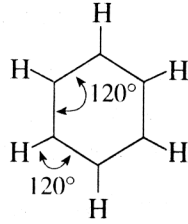


বিশেষ বিশেষ দ্রাবকের সাহায্যে হাইড্রোকার্বনগুলোকে পৃথক করা হয়। যেহেতু টলুইন ও জাইলিনের তুলনায় বেনজিন কম পরিমাণে উৎপন্ন হয় তাই উচ্চচাপে এবং ধাতব অক্সাইডের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেনের সাথে উত্তপ্ত করে (হাইড্রো-ডিঅ্যালকিনেশন) এগুলিকে বেনজিনে পরিণত করা হয়।

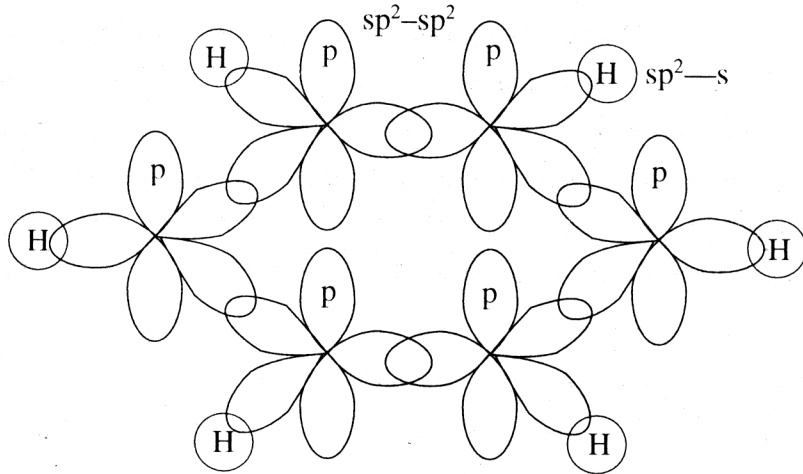


6.3 বেজিনের গঠন (Structure of benzene)

আণবিক কক্ষকতত্ত্ব (Molecular Orbital Theory) থেকে বেনজিনের গঠন সংকেত সম্পর্কে পরিষ্কার ধারণা জন্মে। এই তত্ত্ব অনুযায়ী বেনজিন একটি সুষম ষড়ভুজাকৃতি সমতলীয় প্রতিসম অণু।

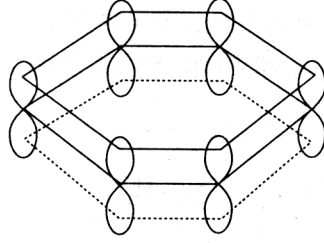


সকল H-C-C এবং C-C-C কোণগুলি সমান এবং এদের প্রত্যেকটির মান 120° । প্রতিটি কার্বন sp^2 সংকরায়িত অবস্থায় থাকে। একটি sp^2 সংকরায়িত কার্বনের দু'টি কক্ষক অপর দু'টি কার্বনের সংকরায়িত কক্ষকের সাথে অভিলেপনে দু'টি σ -বন্ধন তৈরি হয়। প্রতিটি কার্বনের তৃতীয় সংকরায়িত কক্ষক হাইড্রোজেনের $1s$ কক্ষকের সাথে অভিলেপনে আরও একটি σ -বন্ধন তৈরি হয়। এইভাবে প্রত্যেক কার্বন পরমাণুর তিনটি সংকরায়িত কক্ষকের মধ্যে দু'টি সন্নিহিত কার্বনদ্বয়ের সাথে এবং তৃতীয়টি একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে σ -বন্ধন রচিত হয়। এরফলে প্রত্যেক কার্বন পরমাণুতে একটি করে p -পারমাণবিক কক্ষক অবিকৃত অবস্থায় থাকে।



এখন 6টি কার্বনের উপর বিদ্যমান 6টি p -পারমাণবিক কক্ষক পরস্পর সমান্তরাল অবস্থায় বেনজিনের তলের উপর লম্বভাবে অবস্থান করে। প্রতিটি p -কক্ষক উভয় প্রতিবেশীর সাথে সমানভাবে অভিলেপন করে, অর্থাৎ একইসঙ্গে একাধিক π -বন্ধন গঠিত হয়। ফলে, π -ইলেকট্রন কোন নির্দিষ্ট কার্বনে আবদ্ধ থাকে না। এদের একদেশতা (localisation) লোপ পায়, অর্থাৎ বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রনগুলি পরিব্যাপ্ত (delocalisation) অবস্থায় থাকে।

এইভাবে 6টি p-কক্ষক পরস্পরের সাথে এমনভাবে মিলিত হয় যে ভ্যালেন্স-বন্ধন ন্যায় দ্বি-বন্ধন সৃষ্টি না করে বেনজিন বলয়ের মূল কাঠামোর উপরে ও নিচে একটি করে সুদৃঢ় π -ইলেকট্রনের বলয় সৃষ্টি করে।



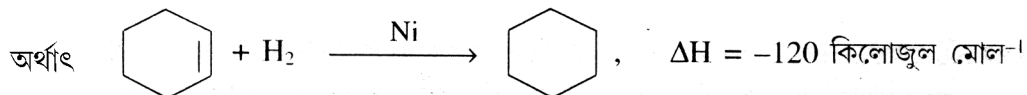
π ইলেকট্রন বলয়

বেনজিনের এই অনুচিতর রঞ্জন রশ্মি (X-ray) এবং ইলেকট্রন বিচ্ছুরণ (electron diffraction) পরীক্ষার দ্বারা সমর্থিত।

6.4 রেজোনেন্স ও অ্যারোমেটিসিটি (Resonance and Aromaticity)

একক 2 পাঠ করে রেজোনেন্স সম্পর্কে আপনার মৌলিক ধারণা হয়েছে। এখানে আমরা অ্যারোমেটিক যৌগে রেজোনেন্সের প্রভাব আলোচনা করবো। বেশিরভাগ জৈব যৌগের গঠনসংকেত সরল কার্বন-কার্বন বন্ধন চিত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। যেমন, ইথিনের গঠনসংকেত $H_2C=CH_2$ দ্বারা, ইথাইনের গঠনসংকেত $HC\equiv CH$ দ্বারা ইত্যাদি। কিন্তু আরও এমন অনেক জৈব যৌগ (যেমন বেনজিন) আছে যাদের গঠনসংকেত সরল বন্ধন চিত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা যায় না। বেনজিনের গঠনচিত্র ছয়টি কার্বনের একটি বদ্ধশৃঙ্খল হাইড্রোকার্বন। এতে তিনটি কার্বন-কার্বন একবন্ধন এবং তিনটি কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন বর্তমান। এটাই যদি গঠনচিত্র হয় তবে আপনি বেজিনের মধ্যে দু'ধরনের বন্ধন-দৈর্ঘ্য অর্থাৎ কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন বর্তমান। এটাই যদি গঠনচিত্র হয় তবে আপনি বেনজিনের মধ্যে দু'ধরনের বন্ধন-দৈর্ঘ্য অর্থাৎ কার্বন-কার্বন একবন্ধন দৈর্ঘ্য যার মান 154 পিকোমিটার এবং কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন দৈর্ঘ্য যার মান 134 পিকোমিটার আশা করতে পারেন। কিন্তু রঞ্জনরশ্মি বিচ্ছুরণ পরীক্ষায় (X-ray diffraction experiment) দেখা যায় ছয়টি কার্বন-কার্বন বন্ধন-দৈর্ঘ্য একই মাপের এবং এর মান 139.7 পিকোমিটার। এ হলো কার্বন-কার্বন একবন্ধন এবং কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন মানের মধ্যবর্তী মান। এতে প্রমাণিত হয় যে, বেনজিনে প্রতিটি কার্বন-কার্বন বন্ধন একই ধরনের। এর ব্যাখ্যা নিম্নরূপ :

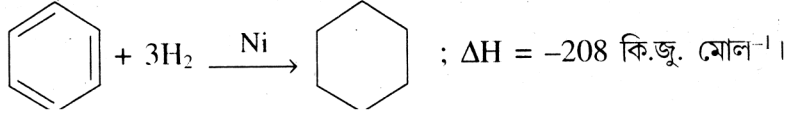
সাইক্লোহেক্সিনের পরীক্ষালব্ধ হাইড্রোজেন সংযুক্তিঘটিত তাপের (heat of hydrogenation) পরিমাণ 120 কিলোজুল মোল⁻¹



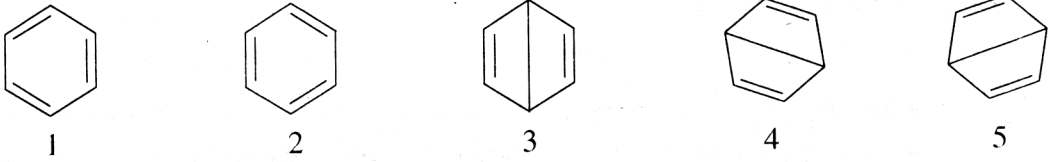
যেহেতু বেনজিনে তিনটি কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন বর্তমান তাই বেনজিনের হাইড্রোজেন সংযুক্তিঘটিত তাপের গননালব্ধ পরিমাণ :

$$\Delta H = 3 \times -120 \text{ কি. জু./মোল}^{-1} = -360 \text{ কি. জু. মোল}^{-1}$$

কিন্তু পরীক্ষালব্ধ মান :



অর্থাৎ বেনজিনের ক্ষেত্রে, $360 - 208 = 152$ কি.জু. মোল⁻¹ তাপ কম উৎপন্ন হয়। সুতরাং বলা যেতে পারে যে, বেনজিন অণুতে অন্তর্নিহিত শক্তির পরিমাণ 152 কি.জু. মোল⁻¹। অন্তর্নিহিত শক্তি কম বলে বেনজিন বেশি স্থিতিশীল হয় এবং এই শক্তিকে রেজোনেন্স শক্তি (resonance energy) বলে। বেনজিনের গঠনসংকেত স্থির বন্ধনযুক্ত অণু হলে ΔH -এর গণনালব্ধ এবং পরীক্ষালব্ধ জ্ঞানের মধ্যে কোন পার্থক্য থাকত না; অর্থাৎ বেনজিনের গঠন স্থির বন্ধন-যুক্ত নয়। তাই, আমরা একটা গঠনসংকেত দ্বারা বেনজিনের গঠনসংকেত প্রকাশ করতে পারি না। নিম্নলিখিত গঠনসংকেতের সাহায্যে বেনজিনের গঠনসংকেত প্রকাশ করা হয়।



ডিউয়ার (Dewar) প্রদত্ত গঠন-সংকেত 3,4 ও 5 অপেক্ষা কেকুলে (Kekule) প্রদত্ত গঠন-সংকেত 1 এবং 2 অধিক স্থিতিশীল। ফলে, রেজোনেন্স-হাইব্রিডে গঠন-সংকেত 1 এবং 2-এর অবদান খুব বেশি। তাই বেনজিনের ধর্ম 1 এবং 2-এর মাধ্যমেই সম্যকরূপে ব্যাখ্যা করা সম্ভব। গঠন-চিত্র 1-5 কাল্পনিক এবং বাস্তবে এদের কোন অস্তিত্ব নেই। এই গঠন-সংকেতগুলির ইলেকট্রন-বিন্যাস ভিন্ন এবং π -ইলেকট্রনের স্থানান্তরের ফলে এদের উদ্ভব হয়।

অ্যারোমেটিসিটি (Aromaticity) :

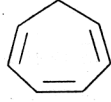
মুক্তশৃঙ্খল অনুবদ্ধ ডাই-ইন সম্বন্ধে আপনারা একক 4-এর কিছু তথ্য জেনেছেন। মুক্ত-শৃঙ্খল অণুবদ্ধ পলিইনের বৈশিষ্ট্য অণুবদ্ধ ডাই-ইনের অনুরূপ হলেও বদ্ধ-শৃঙ্খল অনুবদ্ধ পলিইন থেকে প্রায় সম্পূর্ণ আলাদা। বদ্ধ-শৃঙ্খল বা বলয়াকৃতি পলিইনের ক্ষেত্রে 1931 খ্রীস্টাব্দে জার্মান পদার্থবিদ এরিক হুকেল (Erich Hückel) নিজের নামামুসারে হুকেল-নীতির (Hückel rule) প্রবর্তন করেন। এই নীতি অনুসারে, যে সমস্ত বদ্ধ-শৃঙ্খল পলিইনে $(4n+2)\pi$ ($n=0, 1, 2, 3$ ইত্যাদি) ইলেকট্রন বর্তমান এবং পলিইনটি যদি সমতলীয় হয় অর্থাৎ সমান্তরাল p কক্ষকগুলির সম্যক অভিলেপন ঘটে, তখন পলিইনটি খুবই স্থিতিশীল হয়। এই অতিরিক্ত স্থিতিশীলতাই অ্যারোমেটিক ধর্ম (aromatic character) বা অ্যারোমেটিসিটি (aromaticity) নামে স্বীকৃত। এরূপ পলিইনকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে অভিহিত করা হয়। হুকেলের নীতি যৌগের অ্যানায়ন ও ক্যাটায়নের ক্ষেত্রেও সমভাবে প্রযোজ্য।



এখানে π -ইলেকট্রন সংখ্যা = 6, অর্থাৎ হুকেলের নীতি মেনে চলে।
যৌগটি সমতলীয়।
অতএব অ্যারোমেটিক।

আবার যে সমস্ত বলয়াকৃতি অনুবদ্ধ পলিইন হকেরেলের নীতি মেনে চলে, কিন্তু সমতলীয় নয় অথবা অণুর মধ্যবর্তী কোন sp^3 সংকরায়িত কার্বন π -ইলেকট্রনের অবাধ অভিলেপনে বাধা সৃষ্টি করে সেগুলি অ্যারোমেটিক যৌগ নয় (non-aromatic) বলে বিবেচিত হয়।

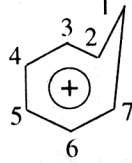
যেমন, সাইক্লোহেপ্টাট্রাইন



এখানে π -ইলেকট্রন সংখ্যা = 6 অর্থাৎ হকেরেলের নীতি মেনে চললেও এখানে অবাধ অভিলেপন সম্ভব নয়। তাই, যৌগটি অ্যারোমেটিক নয় (non-aromatic)

পুরনায় যে সমস্ত অনুবদ্ধ পলিইনে এক বা একাধিক sp^3 সংকরায়িত কার্বন পরমাণু থাকা সত্ত্বেও যৌগটিতে অবাধ অভিলেপন সম্ভব, সেইসমস্ত পলিইনকে হোমো-অ্যারোমেটিক (homo-aromatic) যৌগ বলে।

যেমন, সাইক্লোহেপ্টাট্রাইনাইল ক্যাটায়ন।



π -ইলেকট্রন সংখ্যা = 6, অর্থাৎ হকেরেলের নীতি মেনে চলে। sp^3 সংকরায়িত কার্বন পরমাণু অ্যারোমেটিক পরমাণুগুলি যে তলে অবস্থিত তার উপর লম্বভাবে বিরাজ করে, যার ফলে অভিলেপনে কোন বাধার সৃষ্টি হয় না। ফলে অ্যারোমেটিক।

যে সমস্ত বদ্ধ-শৃঙ্খল পলিইনে $4n\pi$ ($n = 1, 2, 3$ ইত্যাদি) ইলেকট্রন বর্তমান এবং পলিইনটি যদি সমতলীয় হয় অর্থাৎ p-কক্ষকগুলির মধ্যে সম্পূর্ণরূপে অভিলেপন সম্ভব; তখন সেই সমস্ত পলিইনকে অ্যারোমেটিক-বিমুখ (anti-aromatic) যৌগ বলে। এই ধরনের যৌগগুলি সক্রিয় অর্থাৎ অস্থায়ী হয়।

যেমন, সাইক্লোবিউটাডাইন,



π ইলেকট্রনের সংখ্যা = 4

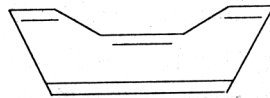
হকেরে নীতি সমর্থন করে না।

যৌগটি সমতলীয়।

অতএব, অ্যারোমেটিক-বিমুখ (anti-aromatic)

কিন্তু, $8n$ সংখ্যক π -ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও পলিইনটি যদি সমতলীয় না হয় তখন p কক্ষকের অভিলেপনে বিঘ্ন ঘটে এবং খবুই সক্রিয় হয়। এই সমস্ত পলিনকেও নন-অ্যারোমেটিক (Non-aromatic) যৌগ বলে। নন-অ্যারোমেটিক যৌগগুলি মুক্তশৃঙ্খল পলিইনের মত আচরণ করে।

যেমন, সাইক্লোঅক্টাটেট্রিন



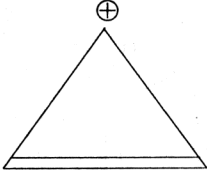
গামলা (tub) আকৃতি

π ইলেকট্রন-সংখ্যা = 8; অসমতলীয়, হকেরেলের নীতি মেনে চলে না।

অতএব যৌগটি নন-অ্যারোমেটিক (non-aromatic)

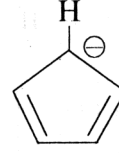
কয়েকটি উদাহরণ :

(1) সাইক্লোপ্রোপিনাইল ক্যাটায়ন



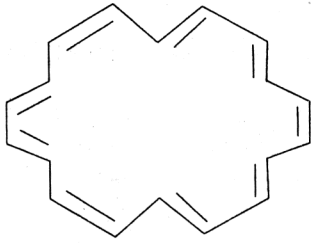
π -ইলেকট্রন সংখ্যা = 2
ছকলের নীতি মেনে চলে।
যৌগটি সমতলীয়।
অতএব, অ্যারোমেটিক।

(2) সাইক্লোহেপটাডাইনাইল অ্যানায়ন



π ইলেকট্রন সংখ্যা = 6
ছকলের নীতি মেনে চলে।
যৌগটি সমতলীয়।
অতএব, অ্যারোমেটিক।

(3) [18] অ্যানুলিন

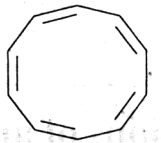


π -ইলেকট্রন সংখ্যা = 18
ছকলের নীতি মেনে চলে।
যৌগটি সমতলীয়।
অতএব, অ্যারোমেটিক।

অ্যানুলিন (Annulene) :

একবৃত্তীয় (monocyclic) অনুবদ্ধ পলিইনের সাধারণ নাম অ্যানুলিন। কার্বনের সংখ্যা তৃতীয় বন্ধনীর মধ্যে রাখা হয়। এইভাবে বেনজিনের সাধারণ নাম হবে [6] অ্যানুলিন। কিন্তু কার্বন-সংখ্যা 10 এবং তার বেশি হলে এই সাধারণ নাম—অ্যানুলিন ব্যবহার করা হয়।

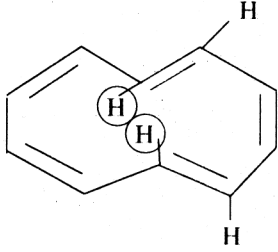
(4) [10] অ্যানুলিন



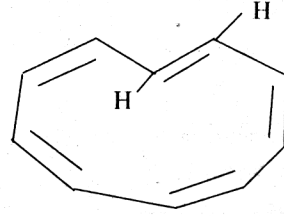
π ইলেকট্রন সংখ্যা = 10
ছকলের নীতি মেনে চলে।
যৌগটি অসমতলীয়।
অতএব নন-অ্যারোমেটিক।
আপনি প্রশ্ন করতে পারেন—যৌগটি অসমতলীয় কেন?

তার বাখ্যা : প্রদত্ত যৌগটির গঠনকাঠামোয় সবক'টি H সিস্ কনফিগারেসনে থাকে অর্থাৎ ইক্লিপস্ড

হাইড্রোজেনগুলির মধ্যে ব্যবর্তন পীড়ন হেতু যৌগটি সমতলীয় কাঠামো গ্রহণ করতে পারে না। এই পীড়ন নিরসনের জন্য যৌগটি অন্য কনফিগারেসনে থাকার চেষ্টা করে। এগুলিও অসমতলীয়।



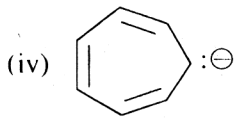
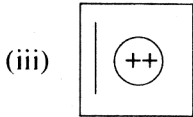
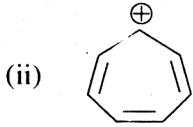
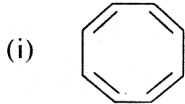
অন্তর্দেশীয় H-গুলির মধ্যে
ভ্যানডারওয়ালস্ জনিত
বিকর্ষণের ফলে অসমতলীয়।



কৌণিক পীড়নের জন্য
অসমতলীয়

অনুশীলনী 1

নিচের যৌগগুলির মধ্যে কোনটি অ্যারোমেটিক, নন-অ্যারোমেটিক এবং অ্যারোমেটিক-বিমুখ কারণসহ লিখুন :



6.5 অ্যারোমেটিক যৌগের রাসায়নিক বিক্রিয়া (Reactions of aromatic compounds)

অ্যারোমেটিক যৌগ রেজোনেন্সের জন্যই অধিক স্থিতিশীল হয়। যুত-যৌগ গঠন করলে রেজোনেন্স বিঘ্নিত হয় এবং যৌগটির স্থিতিশীলতা হ্রাস পায় ফলে অ্যারোমেটিক যৌগের যুত-যৌগ গঠনের প্রবণতা কম।

অপরপক্ষে, অ্যারোমেটিক বলয়ে প্রতিস্থাপিত হওয়ার ক্ষেত্রে রেজোনেন্স বিঘ্নিত হয় না বলে স্থিতিশীলতার বিশেষ কোন তারতম্য ঘটে না। এই কারণেই বেনজিনসহ সমস্ত অ্যারোমেটিক যৌগের

প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অংশ নেওয়ার প্রবণতা অনেক বেশি। বেনজিন বলয় ইলেকট্রন সমৃদ্ধ ইলেকট্রন-সম্বানী বিকারক বা ইলেকট্রোফাইল (electrophile) দ্বারা আক্রান্ত হয়ে সহজেই প্রতিস্থাপন ঘটায়। কিন্তু সাধারণভাবে নিউক্লিয়াস-সম্বানী বিকারক বা নিউক্লিওফাইল (nucleophile) দ্বারা আক্রান্ত হয় না। প্রথমে আমরা বেনজিনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ও পরে কিছু উল্লেখযোগ্য যুত-বিক্রিয়া আলোচনা করবো।

ইলেকট্রোফিলীয় অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Electrophilic aromatic substitution reaction) :

নাইট্রেশন, হ্যালোজিনেশন, সালফোনেশন এবং ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস বিক্রিয়ায় প্রায় সমস্ত অ্যারোমেটিক যৌগই অংশ নেয়। বেনজিনের সাথে এই উল্লেখযোগ্য প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াগুলি সংক্ষিপ্তাকারে সারণী 6.1-এ দেখানো হলো।

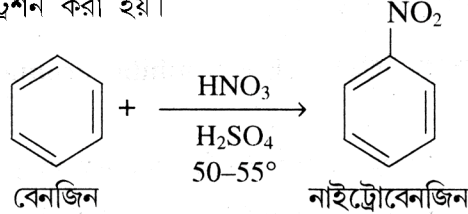
সারণী 6.1 ইলেকট্রোফিলীয় অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া :

(1) নাইট্রেশন (Nitration) :
$\text{PhH} + \text{গাঢ় HNO}_3 \xrightarrow{\text{গাঢ় H}_2\text{SO}_4} \text{PhNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">নাইট্রোবেনজিন</p>
(2) হ্যালোজিনেশন (Halogenation) :
$\text{PhH} + \text{X}_2 \xrightarrow{\text{Fe}} \text{PhX} + \text{HX}$ <p style="text-align: center;">হ্যালোবেনজিন</p>
(3) সালফোনেশন (Sulphonation) :
$\text{PhH} + \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{PhSO}_3\text{H}$ <p style="text-align: center;">বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড</p>
(4) ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন (Friedel-Crafts alkylation) :
$\text{PhH} + \text{RCl} \xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{অনার্দ্র}} \text{PhR} + \text{HCl}$ <p style="text-align: center;">অ্যালকিলবেনজিন</p>
(5) ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যাসাইলেশন (Friedel-Crafts acylation) :
$\text{PhH} + \text{RCOCl} \xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{অনার্দ্র}} \text{PhCOR} + \text{HCl}$ <p style="text-align: center;">অ্যাসাইলবেনজিন</p>
মনে রাখবেন, Ph = C ₆ H ₅

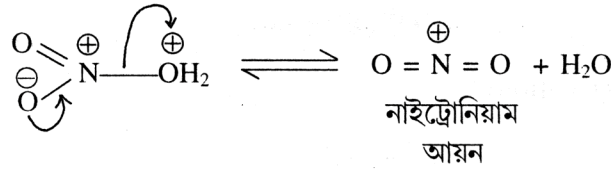
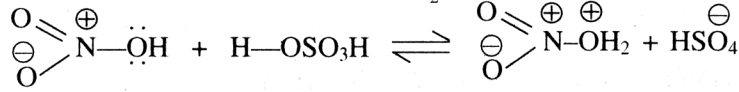
এখন আমরা বেনজিনের বিভিন্ন প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া এবং বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী ইলেকট্রোফাইলগুলির উৎপত্তি সংক্ষিপ্তাকারে আলোচনা করবো।

6.5.1 নাইট্রেশন (Nitration)

নাইট্রো-মূলক ($-\text{NO}_2$) দ্বারা বেনজিনের এক বা একাধিক হাইড্রোজেনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াকে নাইট্রেশন বলে। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড (মিশ্র অ্যাসিড) সহযোগে উত্তপ্ত করে বেনজিনের নাইট্রেশন করা হয়।



এখানে ইলেকট্রোফাইল নাইট্রোনিয়াম আয়ন, NO_2^+ মিশ্র-অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়।

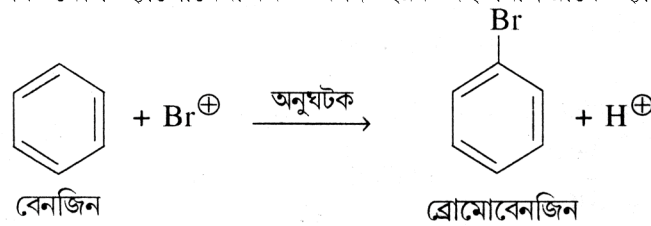


NO_2^+ , NO_3^- , BF_4^- এবং NO_2^+ , ClO_4^- বিকারক দ্বারাও বেনজিনের নাইট্রেশন করা যায়।

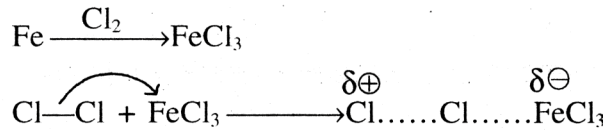
এতে প্রমাণ করে যে NO_2^+ বাস্তবিকপক্ষে ইলেকট্রোফাইলের কাজ করে। বেনজিন বলয়ের সঙ্গে যুক্ত নাইট্রো-মূলককে বিক্রিয়ার মাধ্যমে সহজেই অন্যান্য মূলকে রূপান্তরিত করা যায় বলে বেনজিনের নাইট্রেশন একটি উল্লেখযোগ্য বিক্রিয়া।

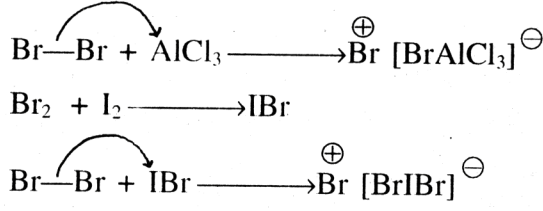
6.5.2 হ্যালোজিনেশন (Halogenation) :

অনুঘটকের (Fe , FeCl_3 , FeBr_3 , AlCl_3 , I_2) উপস্থিতিতে হ্যালোজেন ও বেনজিনের বিক্রিয়ায় হ্যালোজেন প্রতিস্থাপক যৌগ হ্যালোবেনজিন উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াকে হ্যালোজিনেশন বলে।

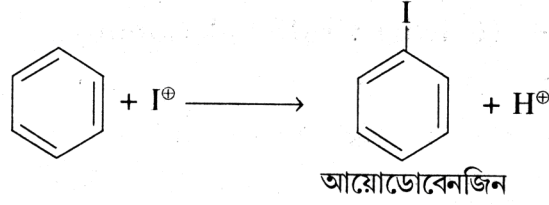
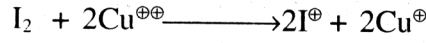


অনুঘটকের হ্যালোজেন—হ্যালোজেন সমযোজী বন্ধনকে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে আয়নিত করে।

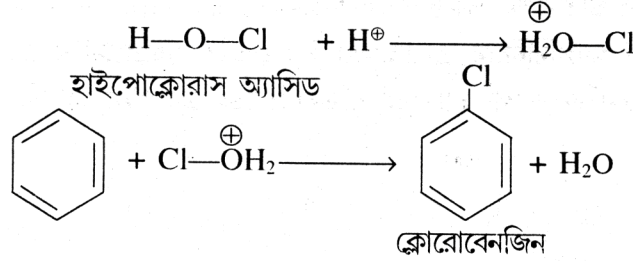




সাধারণ নিয়ম অনুযায়ী ফ্লুরিন খুবই সক্রিয়। তাই, ফ্লুরোবেনজিন কম পরিমাণে উৎপন্ন হয়। ক্লোরিন ও ব্রোমিন বেনজিনের সঙ্গে খুব ভাল হারে বিক্রিয়া করে। আবার আয়োডিন খুবই নিষ্ক্রিয়। কিন্তু জারক দ্রব্যের (হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড, H_2O_2 অথবা কপারের লবণ, যেমন CuCl_2) উপস্থিতিতে আণবিক আয়োডিন জারিত হয়ে ইলেকট্রোফাইল উৎপন্ন হয়।

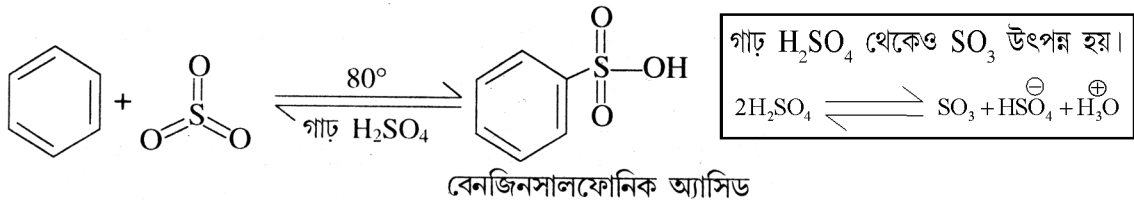


তীব্র অ্যাসিডের উপস্থিতিতে হাইপোক্লোরাস অ্যাসিডের (যেমন, হাইপোক্লোরাস, হাইপোক্লোরাস) দ্বারাও হ্যালোজিনেশন ঘটনো হয়।



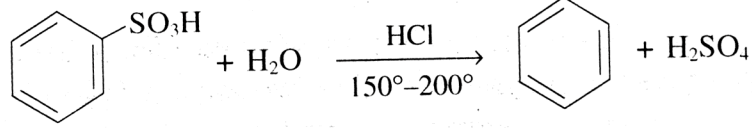
6.5.3 সালফোনেশন (Sulphonation) :

সালফোনিক অ্যাসিড মূলক ($-\text{SO}_3\text{H}$) দ্বারা বেনজিন যুক্ত হাইড্রোজেনের প্রতিস্থাপনকে সালফোনেশন বলে। বেনজিন সালফোনেশন সাধারণত গাঢ় অথবা ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3$) দ্বারা ঘটানো হয়। উভয় বিকারকের ক্ষেত্রেই সালফার ট্রাই-অক্সাইড ইলেকট্রোফাইলের ভূমিকা পালন করে।



সালফোনেশন একটি উভমুখী বিক্রিয়া।

যেহেতু বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় থাকে তাই বিক্রিয়ার অবস্থার পরিবর্তন ঘটিয়ে সহজেই উৎপাদনের হার বাড়ানো বা কমানো যায়। অর্থাৎ গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করলে বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিডের উৎপাদন বাড়বে। অন্যদিকে উচ্চচাপে এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে $150^\circ-200^\circ$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে সালফোনিক অ্যাসিড মূলক অপসারিত হয়ে বেনজিনে পরিণত হবে।



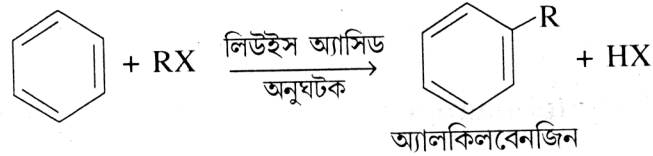
এই ধর্মগুলি বিভিন্ন সংশ্লেষণে প্রয়োগ করা হয়।

ঔষধ এবং রং প্রস্তুতিতে সালফোনেশন একটি বিশেষ উল্লেখযোগ্য পদ্ধতি।

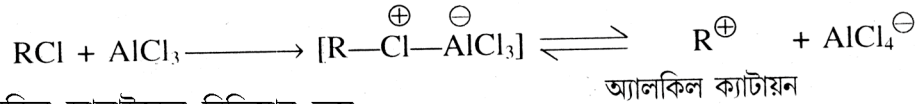
4.5.4 ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন (Friedel-Crafts alkylation) :

1877 খ্রিস্টাব্দে ফরাসী রসায়নবিদ চার্লস ফ্রিডেল এবং তাঁর মার্কিন সহযোগী জেমস এম. ক্র্যাফটস অ্যালকিল এবং অ্যাসাইলবেনজিন তৈরির নতুন পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন। এই বিক্রিয়াগুলি ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস বিক্রিয়া নামে পরিচিত। প্রথমে আমরা ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন ও পরে ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া আলোচনা করবো।

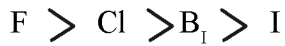
বেনজিন বলয়ের একটি হাইড্রোজেনের প্রতিস্থাপন একটি অ্যালকিল মূলক দ্বারা ঘটিয়ে অ্যালকিলেশন করা হয়। লিউইস অ্যাসিড অনুঘটক অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে অ্যারোমেটিক যৌগ ও অ্যালকিল হ্যালাইডের বিক্রিয়ায় অ্যালকিলবেনজিন উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন বিক্রিয়া নামে পরিচিত।



অ্যালকিল হ্যালাইড এবং লিউইস অ্যাসিড অনুঘটকের বিক্রিয়ায় ইলেকট্রোফাইল অ্যালকিল ক্যাটায়ন R^\oplus উৎপন্ন হয়।

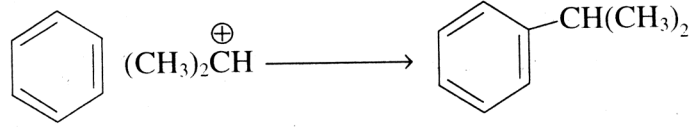
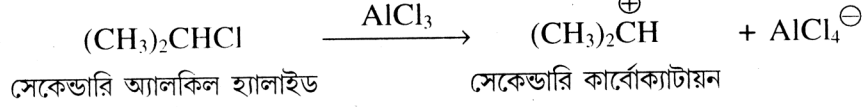


অ্যালকিল হ্যালাইডের বিক্রিয়ার ক্রম :

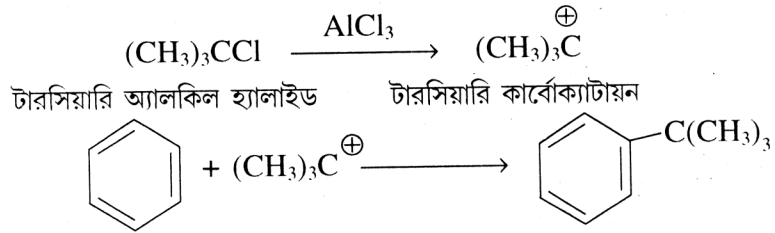


এই বিক্রিয়ায় অনার্দ্র AlCl_3 ব্যতীত BF_3 , FeCl_3 , SnCl_2 , SnCl_4 , ZnCl_2 ইত্যাদি লিউইস অ্যাসিড অনুঘটক ব্যবহৃত হয়।

অ্যালকিলেশনের ক্ষেত্রে সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি অ্যালকিল হ্যালাইড ব্যবহার করলে উৎপন্ন স্থিতিশীল মুক্ত কার্বোক্যাটায়ন ইলেকট্রোফাইল হিসাবে কাজ করে এবং বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপন ঘটায়।

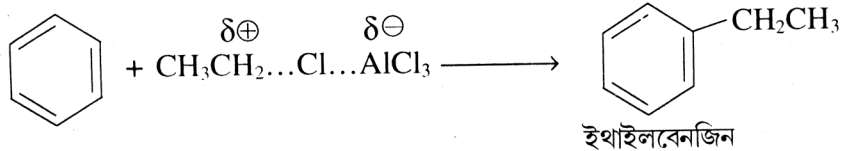
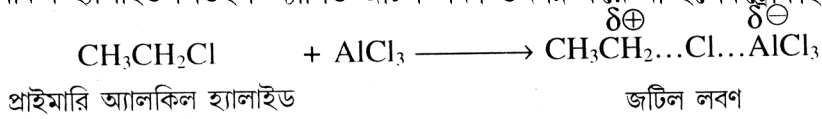


(1-মিথাইলইথাইল)বেনজিন
বা আইসোপ্রোপাইলবেনজিন



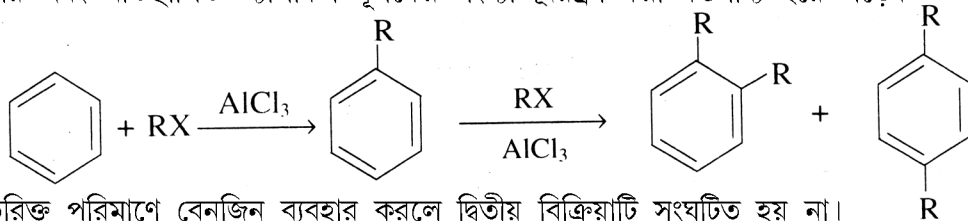
টারসিয়ারি বিউটাইলবেনজিন

প্রাইমারি অ্যালকিল হ্যালাইড কিন্তু মুক্ত কার্বোক্যাটায়ন উৎপন্ন করে না। পরিবর্তে, দ্বি-মেরু আয়ন সমন্বিত অ্যালকিল হ্যালাইড-লিউইস অ্যাসিড জটিল লবণ উৎপন্ন করে যা ইলেকট্রোফাইলের কাজ করে।



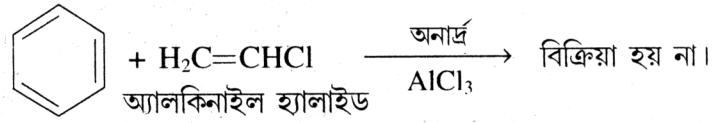
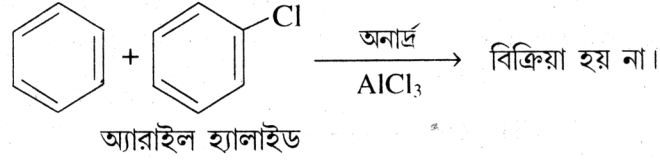
ফ্রিডেল ক্র্যাফটস বিক্রিয়াটি সংশ্লেষণে ব্যাপকভাবে প্রয়োগ করা হলেও এর কিছু সীমাবদ্ধতা আছে। সেগুলি হলো :

- (1) প্রথম অ্যালকিল মূলক বেনজিন-বলয়ে প্রবেশ করলে এই মূলক ইলেকট্রোফিলীয় প্রতিস্থাপনে বেনজিন বলয়কে অধিকতর সক্রিয় করে তোলে। ফলে পরবর্তী অ্যালকিল মূলকগুলি অতি সহজেই প্রতিস্থাপন ঘটায় এবং প্রতিস্থাপিত অ্যালকিল মূলকের সংখ্যা নিয়ন্ত্রণ করা কষ্টসাধ্য হয়ে পড়ে।



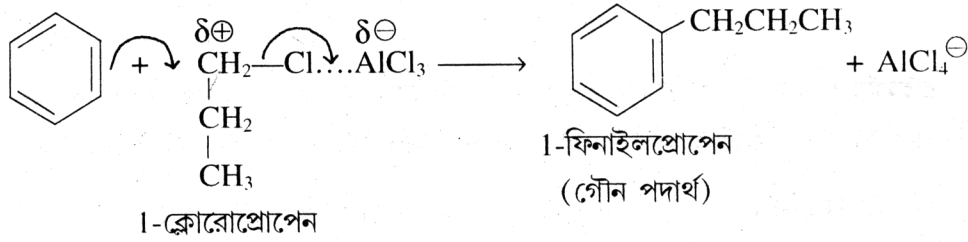
অতিরিক্ত পরিমাণে বেনজিন ব্যবহার করলে দ্বিতীয় বিক্রিয়াটি সংঘটিত হয় না।

- (2) অ্যারাইল হ্যালাইড এবং অ্যালকিনাইল হ্যালাইড ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস বিক্রিয়া দেয় না। কারণ ক্লোরিন পরমাণু (Cl) রেজোনেন্সের জন্য বেনজিন বলয়ের কার্বন বা অ্যালকিনাইল হ্যালাইডের কার্বনের সঙ্গে দৃঢ়ভাবে যুক্ত থাকে।

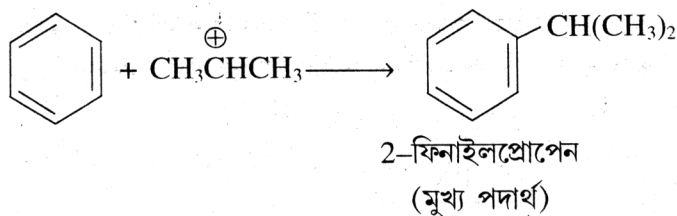
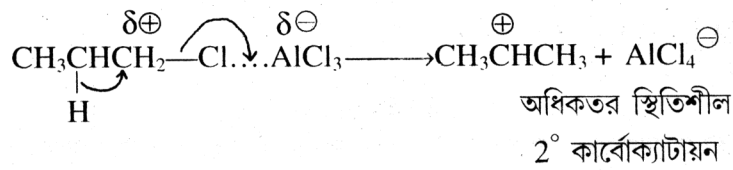


- (3) অ্যালকিলেশনের সময় বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী ইকোট্রোফাইলের কখন কখন পুনর্বিन্যাস ঘটে। ফলে একাধিক সমাবয়বী যৌগের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।

পুনর্বিन্যাস না ঘটলে :

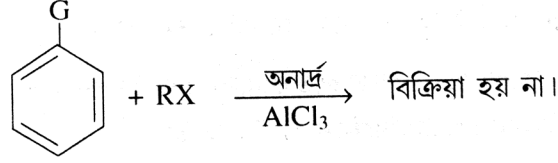


পুনর্বিन্যাস ঘটলে :



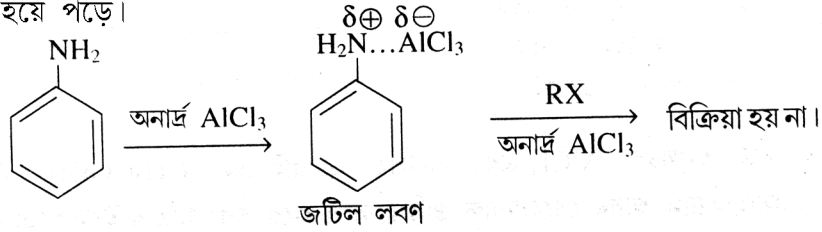
এই বিক্রিয়া অধিকতর স্থিতিশীল কার্বোক্যাটায়নের মধ্য দিয়ে সম্পন্ন হয়।

- (4) ইলেকট্রন-আকর্ষী মূলক যুক্ত অ্যারোমেটিক যৌগ ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন বিক্রিয়া দেয় না, কারণ ইলেকট্রন-আকর্ষী মূলক বেনজিন বলয়কে এতটাই নিষ্ক্রিয় করে দেয় যে, ইলেকট্রোফাইল দ্বারা পুনরায় আক্রান্ত হয় না।



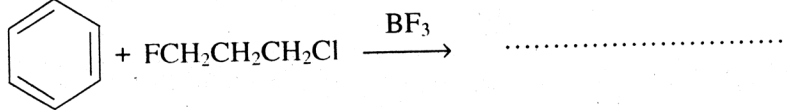
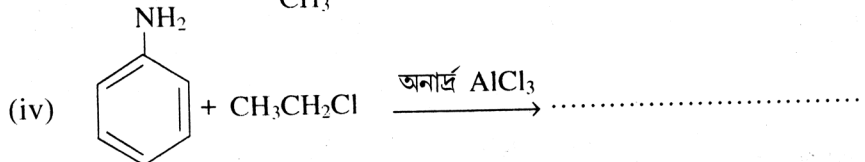
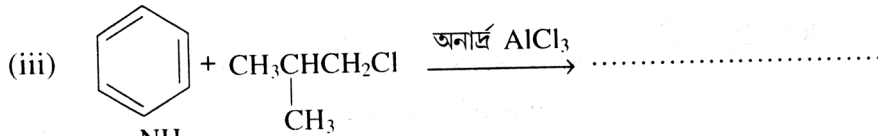
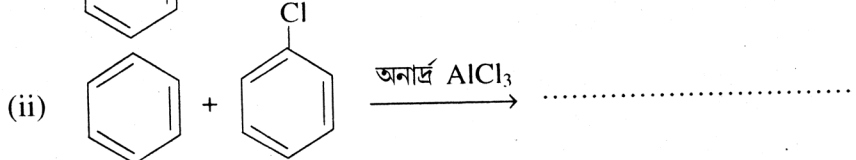
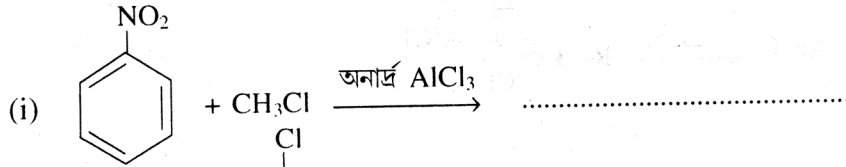
(G = যে কোন ইলেকট্রন-আকর্ষী মূলক; যেমন $-\text{NO}_2$ মূলক)

- (5) অ্যারোমেটিক অ্যামিন অ্যালকিলেশন বিক্রিয়া দেয় না, কারণ ক্ষারকীয় অ্যামিনো মূলক $-\text{NO}_2$ মূলক) লিউইস অ্যাসিড AlCl_3 -এর সাথে যুক্ত হয়ে জটিল লবণ গঠন করে। এই জটিল লবণের ধনাত্মক আধান নাইট্রোজেন পরমাণুর উপর অবস্থান করে। ফলে বেনজিন বলয় ইলেকট্রোফাইলের প্রতি নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে।



অনুশীলনী 2

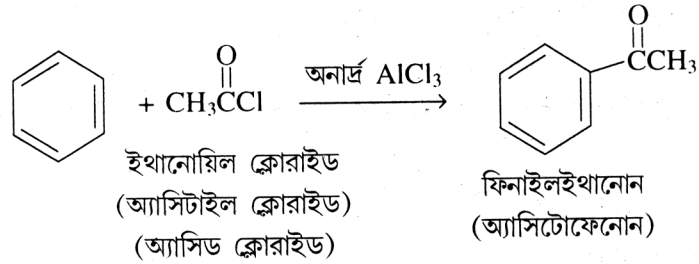
নিচের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন মুখ্য পদার্থটি লিখুন :



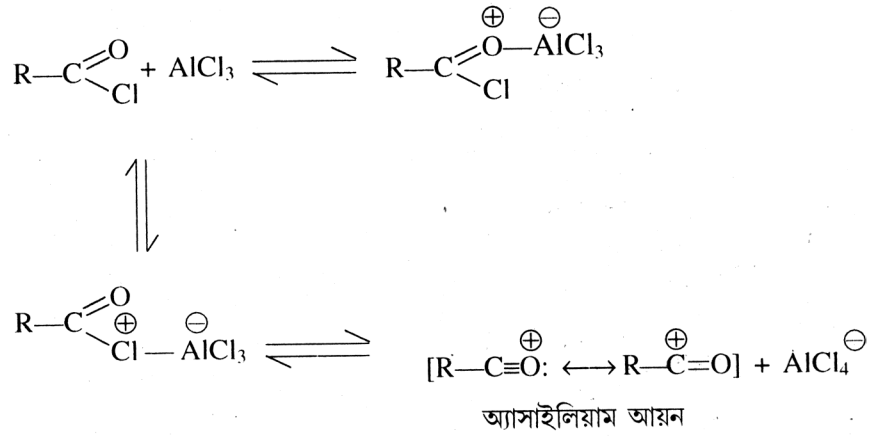
6.5.5 ফ্রিডেল-ক্রাফটস অ্যাসাইলেশন(Friedel-Crafts acylation) :

R-CO-অথবা Ar-CO-মূলককে অ্যাসাইল মূলক বলে। লিউইস অ্যাসিড অনুঘটকের উপস্থিতিতে অ্যাসিড ক্লোরাইড বা অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অ্যাসাইল মূলককে বেনজিন বলয়ে প্রবেশ করানোর পদ্ধতিকে অ্যাসাইলেশন বা ফ্রিডেল-ক্রাফটস অ্যাসাইলেশন বলে।

যেমন, অনাধ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে বেনজিন এবং ইথানোয়িল ক্লোরাইডের (অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড) বিক্রিয়ায় ফিনাইলইথানোন (অ্যাসিটোফোন) উৎপন্ন হয়।

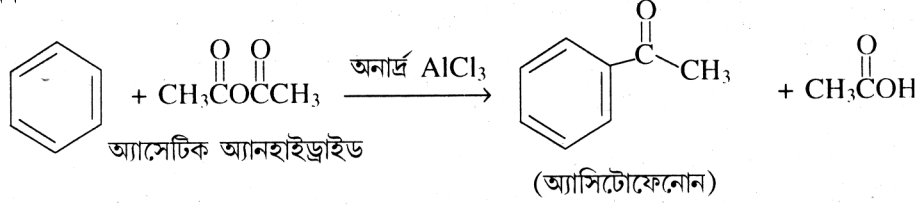


লিউইস অ্যাসিড অনুঘটক AlCl_3 এবং অ্যাসিড ক্লোরাইডের (CH_3COCl) বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কার্বোক্যাটায়ন, অ্যাসাইলিয়াম আয়ন রেজোন্যান্স স্থায়িত্ব লাভ করে এবং সক্রিয় ইলেকট্রোফাইলের ভূমিকা পালন করে।

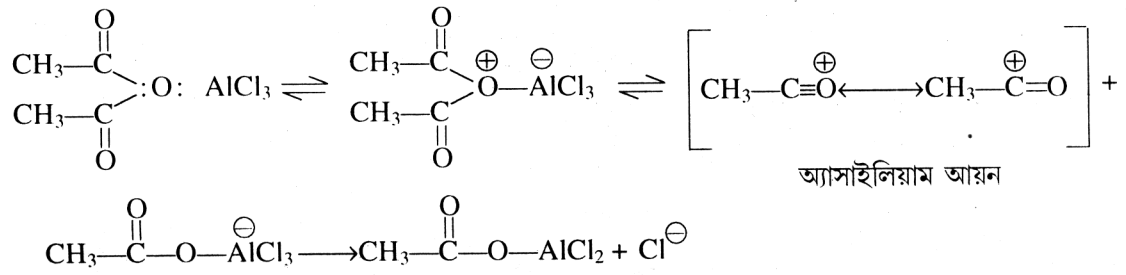


কিন্তু বেশি বেশি সক্রিয় বেনজিন বলয়ে $\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O}^{\oplus}-\text{AlCl}_3^{\ominus} \\ \text{Cl} \end{array}$ ইলেকট্রোফাইলের কাজ ক।

অ্যাসিজ ক্লোরাইডের পরিবর্তে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যাসাইলেশনে ব্যবহৃত হয়।



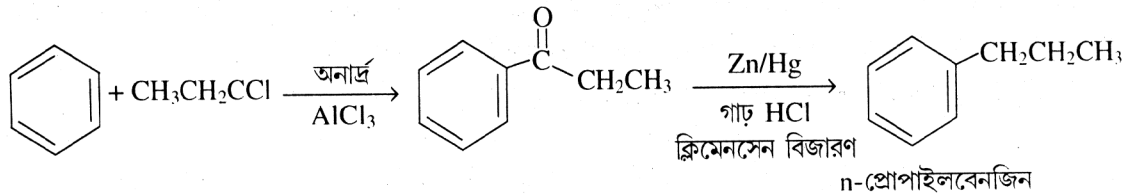
এক্ষেত্রেও অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড ও লিউইস অ্যাসিড অনুঘটকের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অ্যাসাইলিয়াম আয়ন ইলেকট্রোফাইলের কাজ করে।



$\text{CH}_3\text{C}^+=\text{O} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{CCl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3}$ অ্যাসাইলিয়াম আয়ন (পূর্ববর্তী বিক্রিয়ার ক্রিয়া-কৌশলের অনুরূপ)।

ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস বিক্রিয়ায় সংশ্লেষণে যথেষ্ট গুরুত্ব আছে।

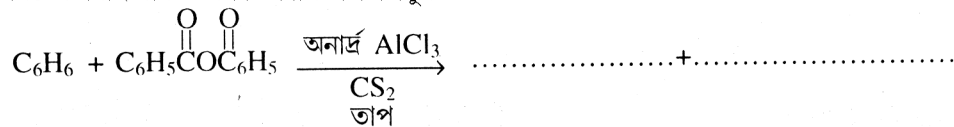
এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কিটোনকে যেহেতু ক্লিমনসেন বিজারণ দ্বারা সহজেই বিজারিত করা যায় তাই এই উভয় বিক্রিয়ার সাহায্যে অ্যালকিলবেনজিন তৈরি করা সম্ভব হয়।



আগে আমরা জেনেছি যে বেনজিন বলয়ে অ্যালকিল মূলক প্রবেশ করলে বেনজিনকে সক্রিয় করে কিন্তু অ্যাসাইলমূলকের প্রবেশ ঘটলে বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে। ফলে আর দ্বিতীয় প্রতিস্থাপন ঘটে না।

অনুশীলনী 3 :

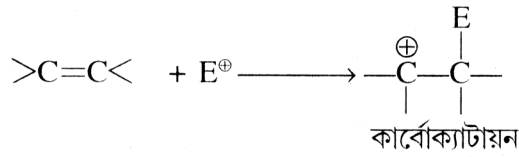
নিচের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থগুলি লিখুন :



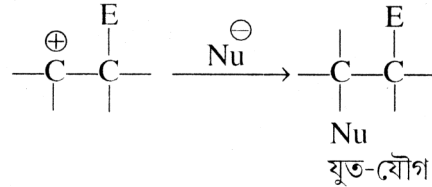
6.5.6 ইলেকট্রোফিলীয় অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্রিয়া-কৌশল (Mechanism of electrophilic aromatic substitution reaction) :

সমস্ত ইলেকট্রোফিলীয় প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া একই ধরনের ক্রিয়া-কৌশলের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়। তাই এই ক্রিয়া-কৌশলের নীতি অবগত হওয়ার প্রয়োজন আছে। এইরূপে, ইলেকট্রোফাইল E^{\oplus} ব্যবহার করে আমরা সাধারণত ইলেকট্রোফিলীয় প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া আলোচনা করবো।

বিক্রিয়ার ক্রিয়া-কৌশল ব্যাখ্যা করার পূর্বে অ্যালকিনে ইলেকট্রোফাইলের সংযুক্তি আলোচনা করা যাক। অ্যালকিনে কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন ($C = C$) ইলেকট্রোফাইল E^{\oplus} দ্বারা আক্রান্ত অন্তর্বর্তী কার্বোক্যাটায়ন উৎপন্ন হয়।



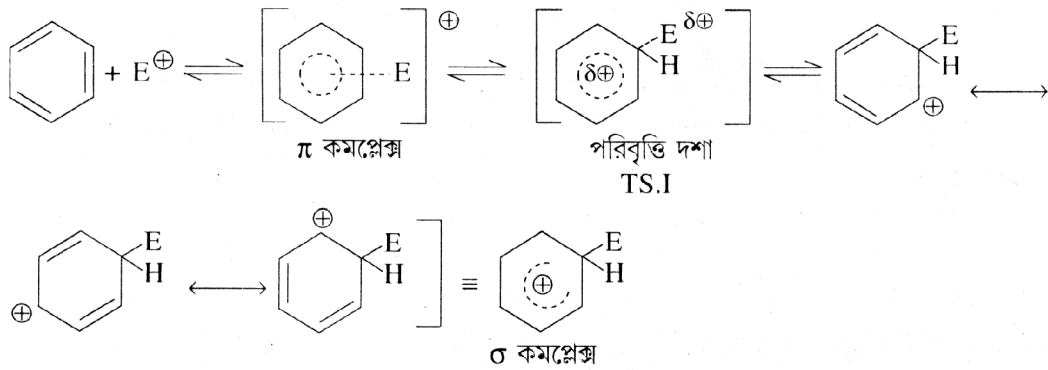
এই কার্বোক্যাটায়নে নিউক্লিওফাইল, Nu^{\ominus} যুক্ত হয়ে যুত যৌগ গঠিত হয়।



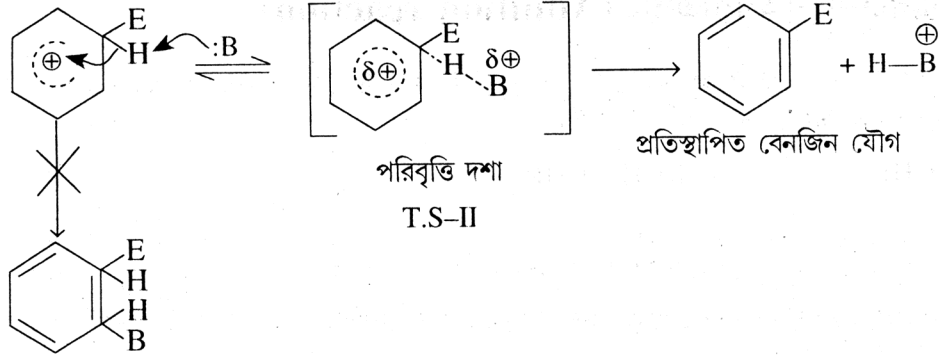
ইলেকট্রোফিলীয় অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া একইভাবে শুরু হয়।

বিক্রিয়ার প্রথম ধাপে অ্যারোমেটিক বলয়ের লম্ব বরাবর ইলেকট্রোফাইল এগিয়ে আসে এবং π -বন্ধনের ধ্রুবীয়তা বা পোলারাইজেশন (polarisation) ঘটিয়ে প্রথমে π -কমপ্লেক্স গঠন করে। পরবর্তী ধাপে, অ্যারোমেটিক বলয়ের যে কোন একটি কার্বনের সাথে σ -বন্ধন গঠন করার ফলে বলয়ের মধ্যে সীমাবদ্ধ একটি কার্বোক্যাটায়ন উৎপন্ন হয়। σ -বন্ধন গঠিত হয়ে উৎপন্ন অন্তর্বর্তী কার্বোক্যাটায়নে ধনাত্মক আধান অ্যারোমেটিক বলয়ের অবশিষ্ট কার্বন পরমাণুগুলিকে রেজোনেন্স ক্রিয়া দ্বারা পরিব্যাপ্ত (delocalised) হয়। এই কার্বোক্যাটায়নটিকে সিগমা (σ) কমপ্লেক্স বা ভিলান্ড ইন্টারমিডিয়েট (Wheland intermediate) বলে।

বেনজিন ও ইলেকট্রোফাইলের সংযোগ σ -কমপ্লেক্স গঠিত হওয়ার ধাপগুলি নিম্নরূপ :

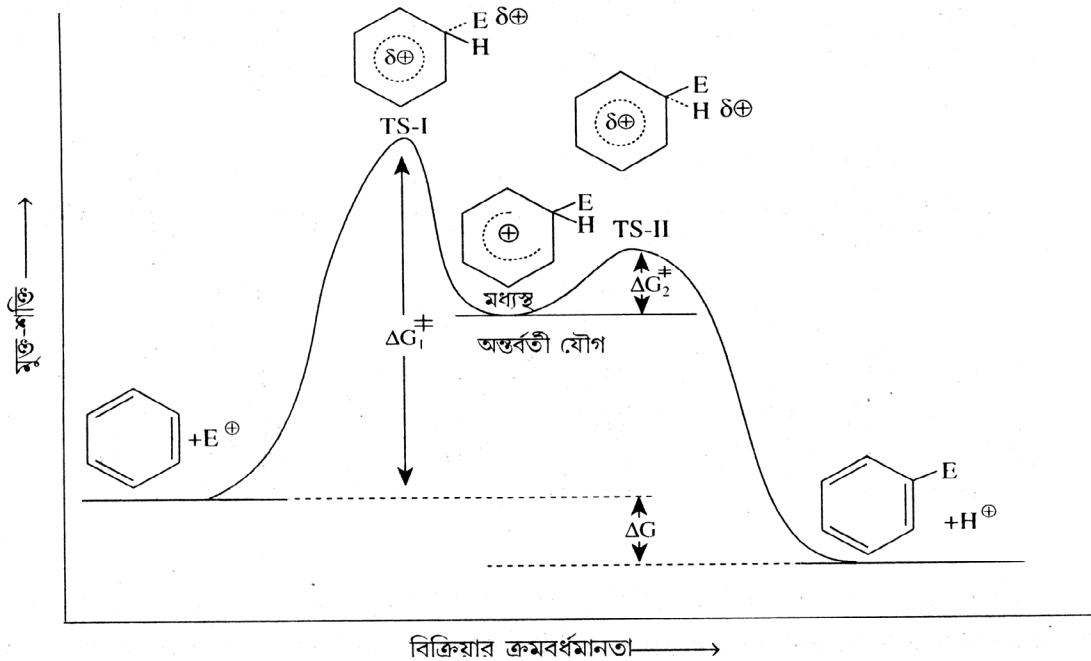


অ্যালকিনের ক্ষেত্রে নিউক্লিওফাইল কার্বোক্যাটায়নে যুক্ত হ'য়ে যুত-যৌগ গঠন করলেও বেনজিনের ক্ষেত্রে তা হয় না। কারণ এক্ষেত্রে নিউক্লিওফাইলের সংযুক্তি বেনজিনের অ্যারোমেটিক স্থায়িত্ব নষ্ট করে দেয়। পরিবর্তে, নিউক্লিওফাইল ক্ষারক হিসাবে কাজ করে এবং ইলেকট্রোফাইল-যুক্ত কার্বন পরমাণু থেকে একটি প্রোটন, H^+ অপসারিত করে অধিক স্থিতিশীল প্রতিস্থাপিত বেনজিন যৌগে পরিণত করে।



যেহেতু প্রোটন অপসারণের ক্ষেত্রে আইসোটোপের কোন প্রভাব (kinetic isotope effect) নেই, তাই এই ধাপটি (TS-II) বিক্রিয়ার হার নির্ধারণ করে না। বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই σ -কমপ্লেক্স মস্তুরগতিতে উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ এই ধাপটি (TS-I) বিক্রিয়ার হার নির্ণায়ক ধাপ। এই ধাপে পরিবৃত্তি অবস্থায় (transition state) বিক্রিয়ক (বেনজিন এবং বিকারকের E^+) দুই অণু বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে বলে বিক্রিয়াটিকে S_E2Ar (bimolecular electrophilic substitution, aromatic) নামে অভিহিত করা হয়।

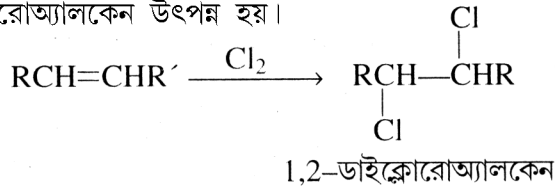
এই বিক্রিয়ায় ক্রমবর্ধমানতার মুক্ত-শক্তি চিত্র নিম্নরূপ :



NMR পর্যবেক্ষণে π -এবং σ -কমপ্লেক্সের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়েছে। বেনজিন বলয়ের সাথে বিভিন্ন ইলেকট্রোফাইলের এবং বিভিন্ন প্রতিস্থাপক-যুক্ত বেনজিন বলয়ের সাথে একই ইলেকট্রোফাইলের বিক্রিয়ার হার পর্যবেক্ষণের দ্বারা বিক্রিয়াটির ক্রিয়া-কৌশল সমর্থিত হয়েছে।

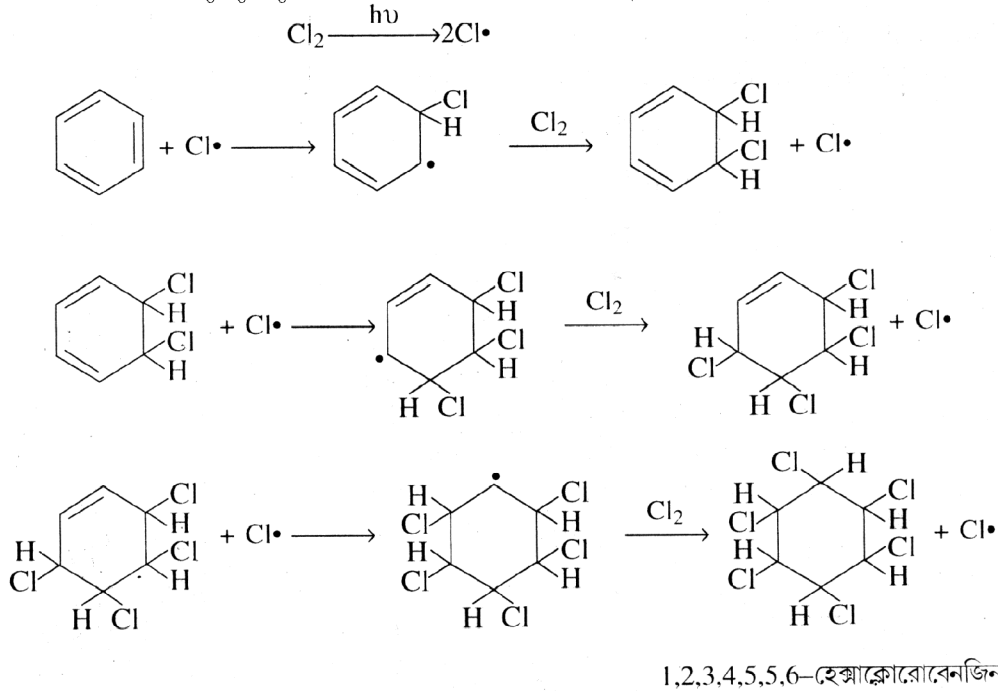
6.6 বেনজিনের যুত-বিক্রিয়া (Addition reaction)

আপনি একক ৪-এ দেখেছেন যে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন অ্যালকিন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় 1,2-ডাইক্লোরোঅ্যালকেন উৎপন্ন হয়।



পক্ষান্তরে, বেনজিন অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন হওয়া সত্ত্বেও যুত-যৌগ গঠনে যথেষ্ট ক্রিয়াশীল নয়। বিশেষ অবস্থায় বেনজিন কয়েকটি যুত-যৌগ গঠন করে।

যেমন, তীব্র সূর্যালোক ক্লোরিন ও ব্রোমিনের সাথে যুক্ত হ'য়ে বেনজিনহেক্সাক্লোরাইড, $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ এবং বেনজিনহেক্সাব্রোমাইড, $\text{C}_6\text{H}_6\text{Br}_6$ গঠিত হয়। এই বিক্রিয়াগুলি মুক্তমূলক ক্রিয়া-কৌশলের মাধ্যমে সম্পাদিত হয়।

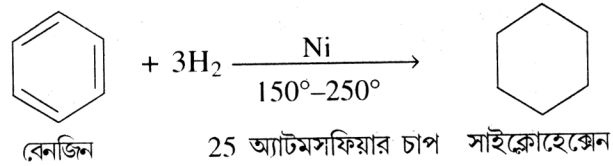


1,2,3,4,5,6-হেক্সাক্লোরোবেনজিন তাত্ত্বিকভাবে আটটি ত্রিমাত্রিক সমাবয়বী গঠনকাঠামোয় থাকতে পারে। কিন্তু বাস্তবে সাতটির সম্ভাবন পাওয়া গেছে এবং এদের মধ্যে একটি গ্যামা-সমাবয়বী (গ্রামাক্সিন) নামে

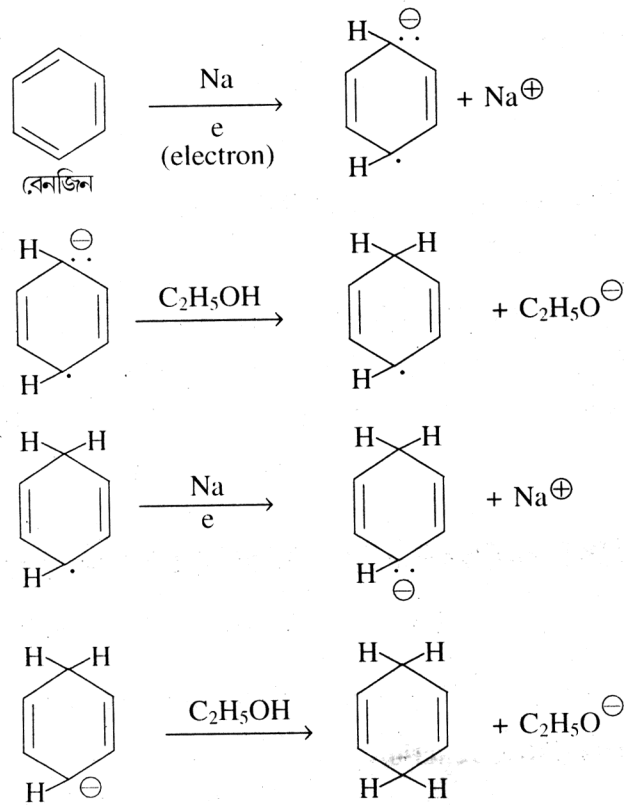
পরিচিত। ইহা কীটনাশকে ব্যবহৃত হয়। ইহা খুবই স্থায়ী এবং ডি.ডি.টি অপেক্ষা বেশি সক্রিয়। সবকটি সমাবয়বী গঠনই চেয়ার কনফরমেশনে থাকে।

6.7 বিজারণ (Reduction)

উচ্চ তাপ ও চাপে নিকেল অনুঘটকের উপস্থিতিতে বেনজিন হাইড্রোজেনের সাথে যুক্ত হয়ে সাইক্লোহেক্সেন উৎপন্ন করে।



বেনজিনকে ধাতু/অ্যাসিড ও সোডিয়াম/ইথানল দ্বারা বিজারিত করা যায় না। কিন্তু ইথানলের উপস্থিতিতে তরল অ্যামোনিয়া এবং ধাতব সোডিয়াম দ্বারা বেনজিন বিজারিত হয়ে 1,4-ডাই-হাইড্রোবেনজিনে (সাইক্লোহেক্সা-1,4-ডাই-ইন) রূপান্তরিত হয়। এই বিজারণ বার্চ-বিজারণ (Birch reduction) নামে পরিচিত।



সাইক্লোহেক্সা-1,4-ডাই-ইন

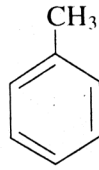
বেনজিন, লিথিয়াম ও অনার্দ্র ইথাইলঅ্যামিন দ্বারা বিজারিত হয়ে সাইক্লোহেক্সিন ও সাইক্লোহেক্সেনে পরিণত হয়।

6.8 বেনজিনের সমগণ বা অ্যারিনসমূহ (Homologues of benzene or Arenes)

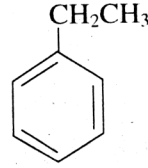
বেনজিনের এক বা একাধিক হাইড্রোজেন অ্যালকিল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে যে সমস্ত যৌগ গঠিত হয় তাদের বেনজিনের সমগণ বা অ্যারিন বলে।

যেমন,

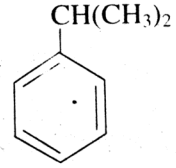
বেনজিনের আণবিক সংকেত এবং টলুইনের আণবিক সংকেত এর মধ্যে পার্থক্য CH_2 । তেমনি টলুইন ও ইথাইলবেনজিন বা টলুইন ও জাইলিন সমগণীয়।



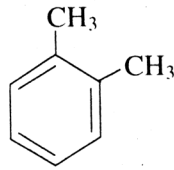
মিথাইলবেনজিন
(টলুইন)



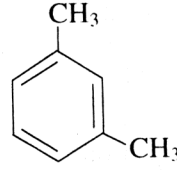
ইথাইলবেনজিন



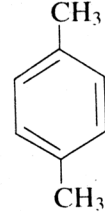
(1-মিথাইলইথাইল)বেনজিন
বা আইসোপ্রোপাইল বেনজিন
(কিউমিন)



1,2-ডাইমিথাইলবেনজিন
(অর্থো-জাইলিন)



1,3-ডাইমিথাইলবেনজিন
(মেটা-জাইলিন)



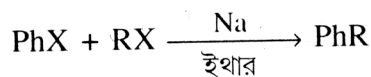
1,4-ডাইমিথাইলবেনজিন
(প্যারা-জাইলিন)

অ্যারিনগুলি অ্যারোমেটিক ও অ্যালিফেটিকের মিশ্র হাইড্রোকার্বন। বেনজিন বলয়ের জন্য এগুলি অ্যারোমেটিক ধর্মসম্পন্ন হয়। এবং বলয়ে ইলেকট্রোফিলীয় প্রতিস্থাপন ঘটায়। আবার পার্শ্ব-শৃঙ্খলে (side chain) অ্যালকিল মূলক থাকার ফলে অ্যালিফেটিক ধর্মও দেখায়। এছাড়া, অ্যারোমেটিক বলয় ও অ্যালকিল মূলক একে অপরের বিক্রিয়া কিছুটা প্রভাবিত করে।

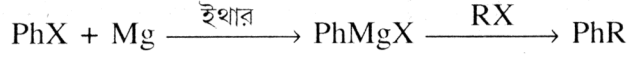
6.9 বেনজিনের সমগণের সংশ্লেষণ নিচের সারণীতে সংক্ষিপ্তাকারে দেখানো হলো

সারণী ৬.২ : বেনজিনের সমগণের সংশ্লেষণ (Synthesis of benzene homologues) :

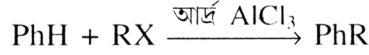
উর্জ-ফিটিগ বিক্রিয়া (Wurtz-Fittig reaction) :



গ্রিগনার্ড বিক্রিয়া (Grignard reaction) :

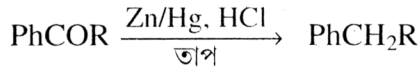
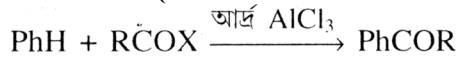


ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন বিক্রিয়া (Fridel-Crafts alkylation reaction) :



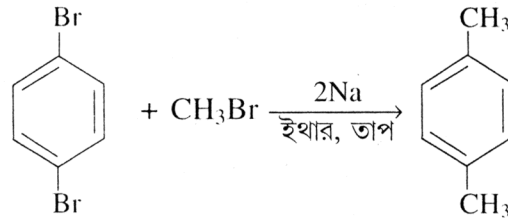
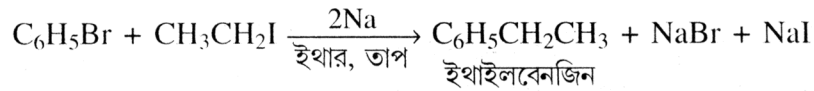
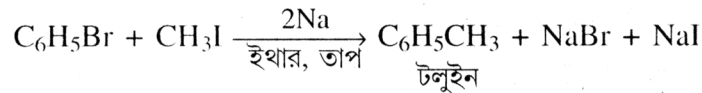
যৌথ বিক্রিয়ার সাহায্যে :

ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন বিক্রিয়া (Fridel-Crafts alkylation reaction) এবং ক্লিমেনসেন বিজারণ বিক্রিয়া (Clemmensen reduction) :



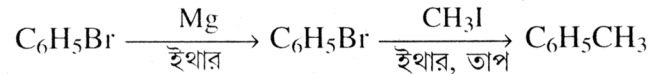
উর্জ-ফিটিগ বিক্রিয়া (Wurtz-Fittig reaction) :

অ্যারাইল হ্যালাইড এবং অ্যালকিল হ্যালাইডের ইথার দ্রবণ ধাতব সোডিয়ামের সাথে উত্তপ্ত করলে অ্যারিন বা বেনজিনের সমগণ উৎপন্ন হয়।



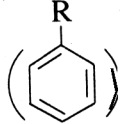
গ্রিগনার্ড বিক্রিয়া (Grignard reaction) : (প্যারা-জাইলিন)

ফিনাইলম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইডের সাথে অ্যালকিল হ্যালাইডের বিক্রিয়ায় বেনজিনের সমগণ উৎপন্ন হয়।

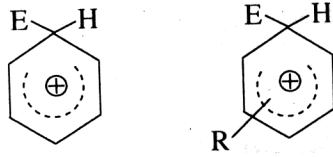


ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন এবং অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া ইলেকট্রোফিলীয় অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার মধ্যে আলোচিত হয়েছে।

6.10 বিক্রিয়ার উপর প্রতিস্থাপকের প্রভাব (Effect of substituents on reactivity)

বেনজিন ও অ্যালকিলবেনজিনের  সাথে ইলেকট্রোফাইলের (E^{\oplus}) বিক্রিয়ার হার তুলনা

করলে দেখা যায় যে, অ্যালকিলবেনজিনে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া অতি সহজেই ঘটে, অর্থাৎ অ্যালকিল মূলকের উপস্থিতি বেনজিন বলয়কে ইলেকট্রোফাইলের প্রতি সক্রিয় করে তোলে। অন্তর্বর্তী কার্বোক্যাটায়ন স্থায়িত্বের উপর ভিত্তি করে পরীক্ষালব্ধ ফল ব্যাখ্যা করা যায়।



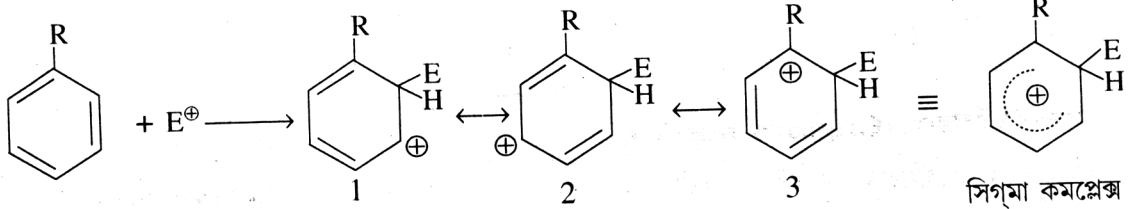
অ্যালকিলমূলক হাইপারকনজুগেশন (hyperconjugation) গঠিত রেজোনেন্স প্রক্রিয়ায় কার্বোক্যাটায়নকে অধিক স্থিতিশীল করে তোলে। ফলে বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ত্বরান্বিত হয়।

অ্যালকিল মূলকের ইলেকট্রন-বিকর্ষী আবেশজনিত ফল অর্থাৎ +I প্রভাব ও বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন-ঘনত্ব বাড়িয়ে তুলতে সাহায্য করে।

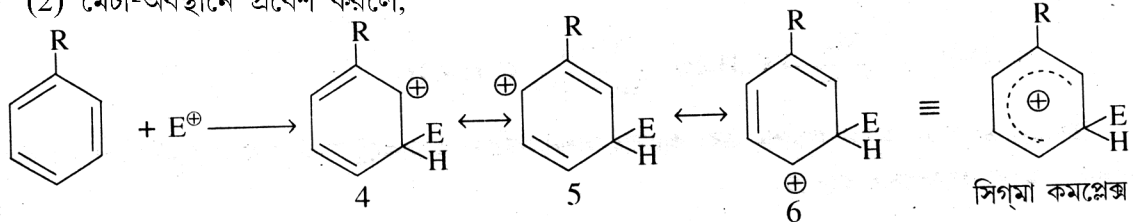
অ্যালকিলবেনজিনের সাথে E^{\oplus} এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন সম্ভাব্য তিনটি সমাবয়বী দ্বি-প্রতিস্থাপক যৌগের অন্তর্বর্তী কার্বোক্যাটায়নগুলির স্থায়িত্ব নিয়ে আলোচনা করা যাক।

ইলেকট্রোফিলী বিকারক E^{\oplus} ,

(1) অর্থো-অবস্থানে প্রবেশ করলে,



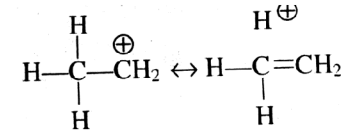
(2) মেটা-অবস্থানে প্রবেশ করলে,



হাইপারকনজুগেশন (hyperconjugation) : কার্বন-কার্বন দ্বি বা ত্রি-বন্ধনের সাথে পার্শ্ববর্তী

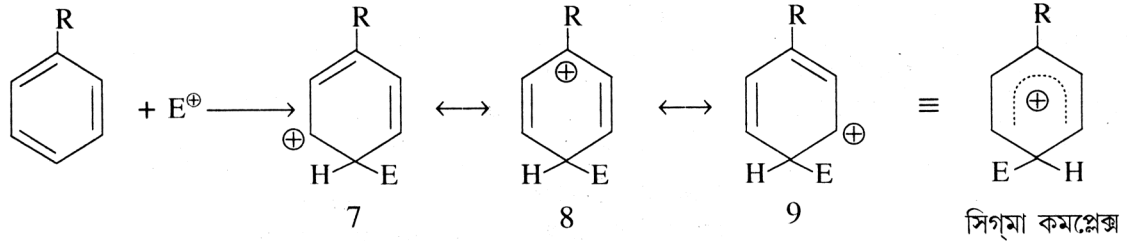
কার্বনের C-H বন্ধনের একপ্রকার বিশেষ রেজোনেন্স প্রক্রিয়া।

কার্বোক্যাটায়নের ক্ষেত্রেও হাইপারকনজুগেশন ঘটে।



ফলে, কার্বোক্যাটায়ন স্থিতিশীল হয়।

(3) প্যারা-অবস্থানে প্রবেশ করলে,



R মূলকের হাইপারকনজুগেশন ও +1 প্রভাবের ফলে গঠনচিত্র 3 এবং 8-এর ধনাত্মক আধান প্রশমিত হয়। অর্থাৎ এ দুটি টারসিয়ারি কার্বোক্যাটায়ন অধিক স্থিতিশীল হয়। মেটা অবস্থানে(E^{\oplus}) প্রবেশ করলে এইরূপ স্থিতিশীল কার্বোক্যাটায়ন উৎপন্ন হয় না। তাই বেনজিন বলয়ে যুক্ত অ্যালকিন মূলক অর্থো-ও প্যারা-নির্দেশক। অর্থাৎ বেনজিন বলয়ে অ্যালকিল মূলকের উপস্থিতি বলয়ের অর্থো-ও প্যারা-অবস্থানে ইলেকটন-ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। ফলে, অ্যালকিলবেনজিনে পরবর্তী ইলেকট্রোফিলীয় প্রতিস্থাপন যেমন, নাইট্রেশন, হ্যালোজিনেশন, সালফোনেশন ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস বিক্রিয়া ইত্যাদি বেনজিন অপেক্ষা অতি সহজেই ঘটে এবং অর্থো-ও প্যারা-অবস্থানে প্রবেশ করে।

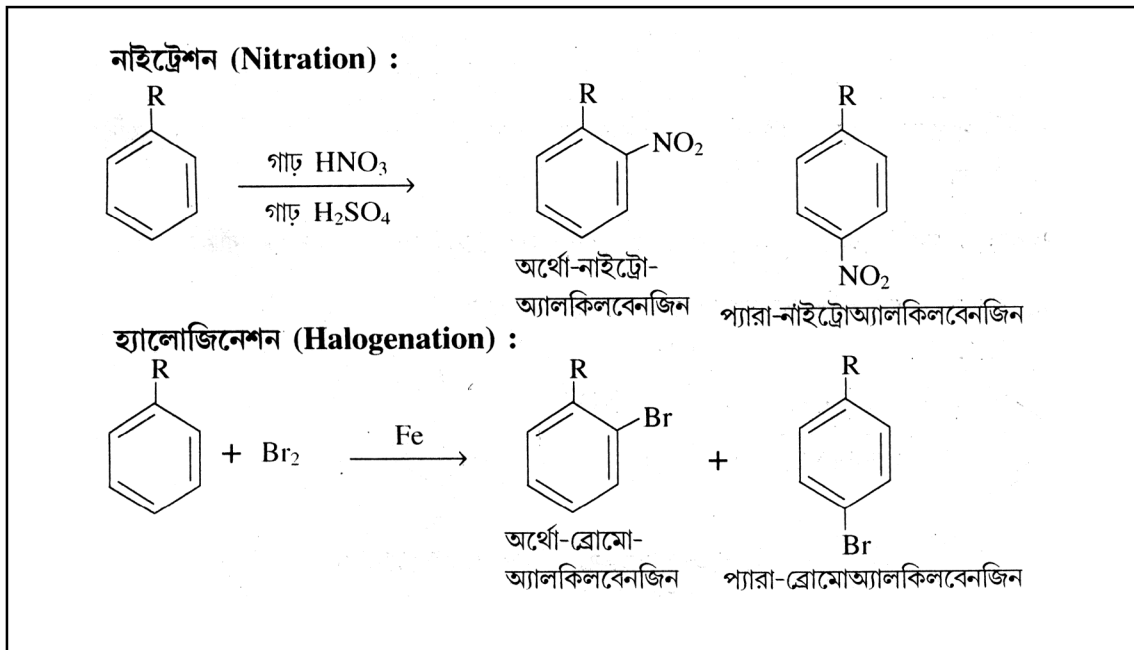
আবিষ্ট প্রভাবের (Inductive effect) উপর ভিত্তি করে অ্যালকিল মূলকগুলির বেনজিন বলয়কে সক্রিয় করার ক্রম :

মিথাইল < ইথাইল < প্রোপাইল < আইসোপ্রোপাইল < টারসিয়ারি বিউটাইল

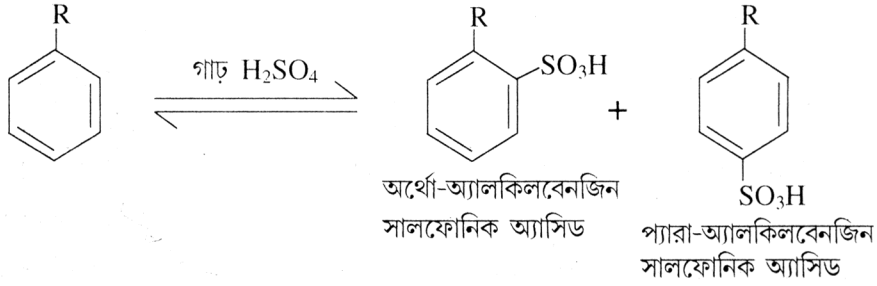
অ্যালকিলবেনজিনের ইলেকট্রোফিলীয় প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সারণী 6.3 -এ সংক্ষিপ্তাকারে দেখানো হল :

H_3O^{\oplus}

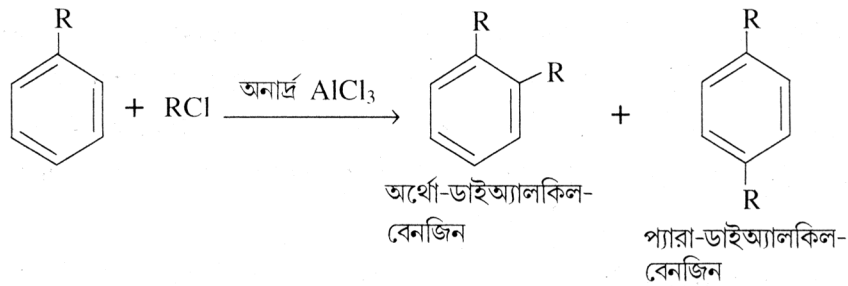
সারণী 6.3-অ্যালকিলবেনজিন বলয়ে ইলেকট্রোফিলীয় প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া



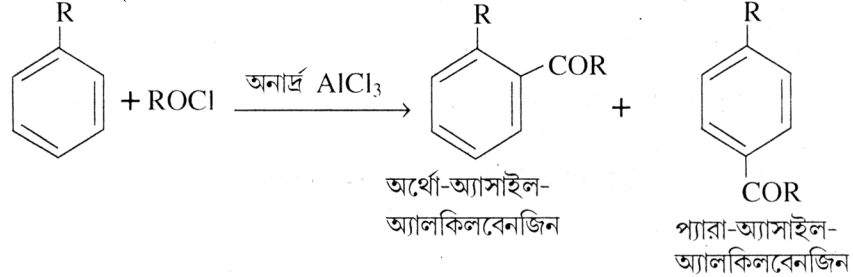
সালফোনেশন (Sulphonation) :



ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন বিক্রিয়া (Friedel-Crafts alkylation reaction) :



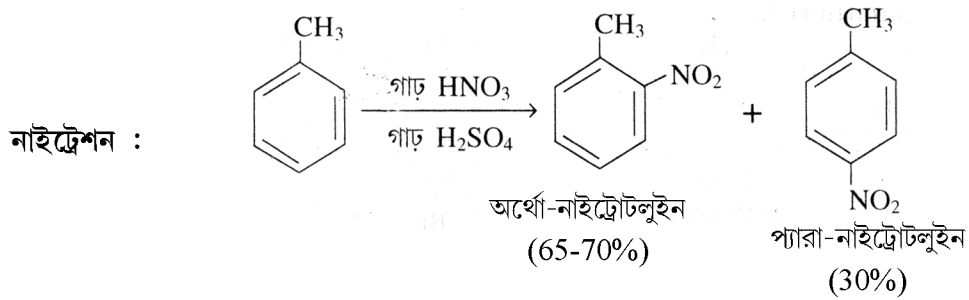
ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া (Friedel-Crafts acylation reaction) :



উপরোক্ত বিক্রিয়াগুলির ক্রিয়া-কৌশল পূর্বে বর্ণিত বেনজিনের ইলেকট্রোফিলীয় প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্রিয়া-কৌশলের অনুরূপ

R = CH₃ হলে আমরা টলুইন,  পাবো এবং টলুইনের উল্লেখযোগ্য প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া

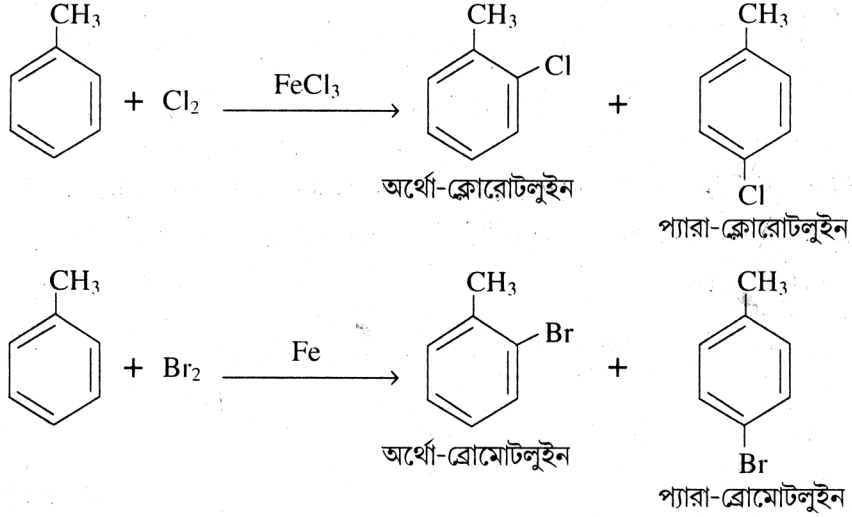
নাইট্রেশন, হ্যালোজিনেশন, সালফোনেশন অতি সংক্ষিপ্তাকারে আলোচনা করবো।



নিম্নচাপে আংশিক পাতনের সাহায্যে সমাবয়ব দুটিকে পৃথক করা যায়।

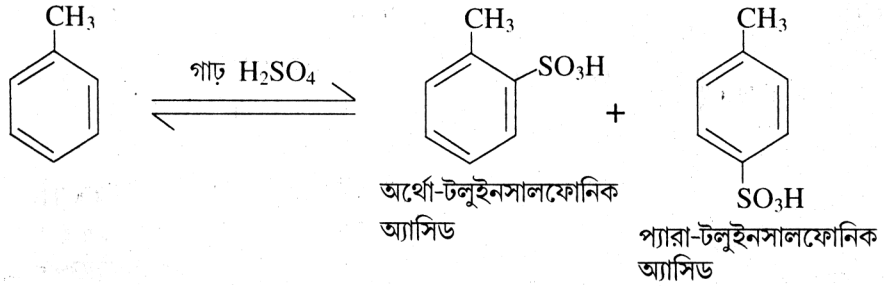
যৌগ দুটির রসায়ন আপনি অ্যারোমেটিক নাইট্রোযৌগের এককে বিশদভাবে জানতে পারবেন।

হ্যালোজিনেশন : শীতল অবস্থায় অনুঘটকের উপস্থিতিতে টলুইন ও হ্যালোজেনের বিক্রিয়ায় অর্থো-ও প্যারা-সমাবয়বের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



রাসায়নিক পদ্ধতির সাহায্যে সমাবয়বগুলিকে পৃথক করা যায়।

সালফোনেশন : টলুইনকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে উত্তপ্ত করলে অর্থো-টলুইনসালফোনিক অ্যাসিড এবং প্যারা-টলুইনসালফোনিক অ্যাসিডের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি উভমুখী।



নিম্নচাপে (100°-এর কম তাপমাত্রায়) অর্থো-সমাবয়ব এবং উচ্চতাপে (100°-এর অধিক তাপমাত্রায়) প্যারা-সমাবয়বের পরিমাণ বেশি থাকে।

অনুশীলনী 4

কীভাবে সংশ্লেষণ করবেন :

- বেনজিন থেকে প্যারা-ডাই-ইথাইলবেনজিন (এর একটা ধাপ উর্জ-ফিটিং বিক্রিয়া)
- টলুইন থেকে প্যারা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড

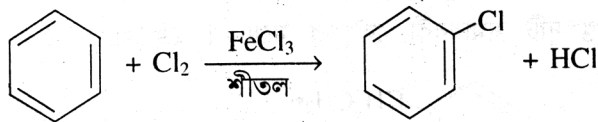
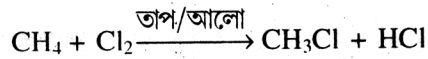
6.11 পার্শ্বশৃঙ্খলের বিক্রিয়া (Reactions of Side Chain)

6.11.1 পার্শ্বশৃঙ্খলে প্রতিস্থাপন (Substitution in the side chain)

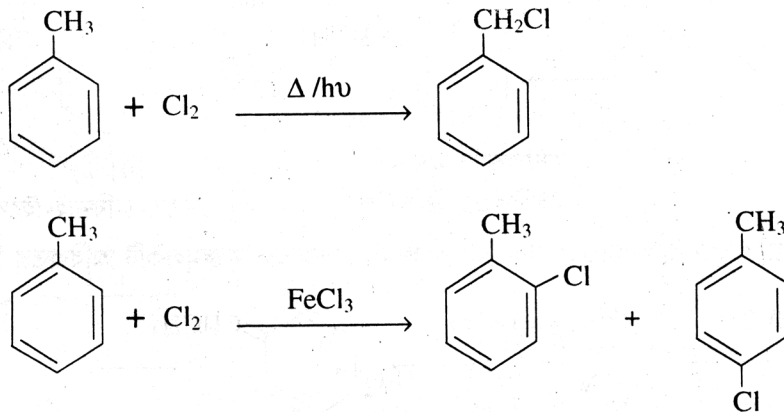
বিক্রিয়ার শর্তানুসারে হ্যালোজেন অ্যালকিনবেনজিনের বলয়ে এবং পার্শ্বশৃঙ্খলে প্রতিস্থাপন ঘটায়।



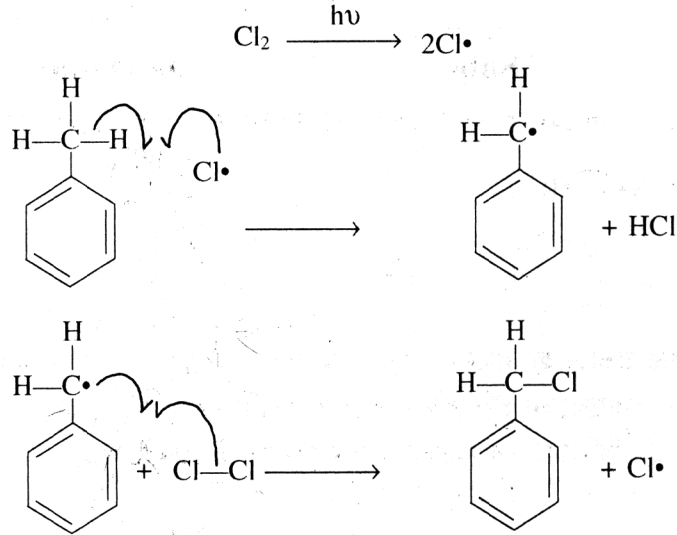
আলো অথবা তাপের প্রভাবে হ্যালোজেন অণুর সুষম বিভাজনে যে হ্যালোজেন মুক্তমূলক উৎপন্ন হয় তা সরাসরি পার্শ্বশৃঙ্খলের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করে হ্যালোজিনেশন ঘটায়। অপরপক্ষে হ্যালোজেন ও সংশ্লিষ্ট ফেরিক হ্যালাইডের বিক্রিয়ায় যে ধনাত্মক আধানযুক্ত হ্যালোজেন উৎপন্ন হয় তা বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপন ঘটায়।



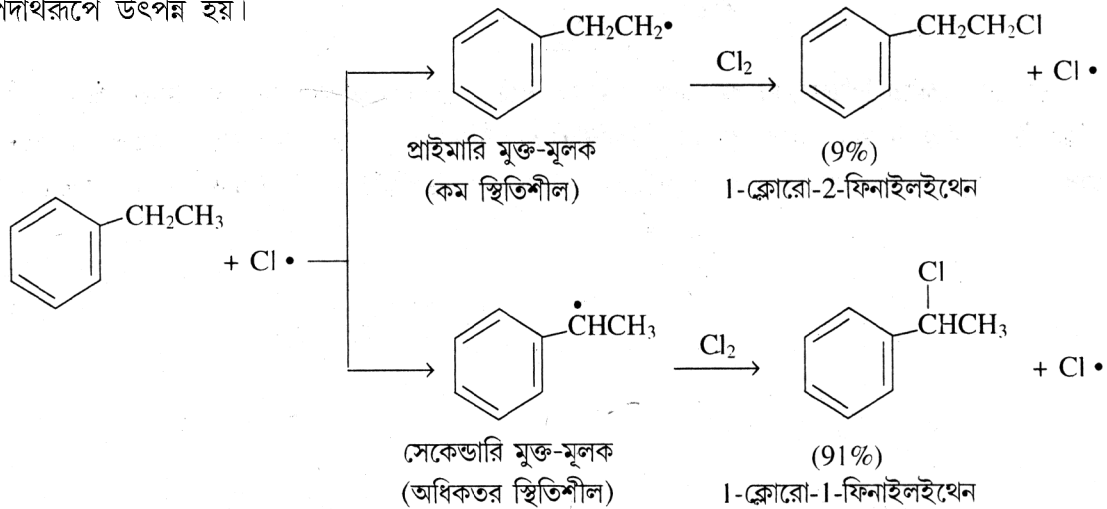
টলুইনের ক্ষেত্রে বিক্রয়ের ধর্ম এবং বিক্রিয়ার শর্তের উপর প্রতিস্থাপনের ক্ষেত্র নির্ভর করে। যদি বিক্রিয়াটি ফুটন্ত টলুইন অথবা আলোর উপস্থিতিতে ঘটানো হয় তবে পার্শ্বশৃঙ্খলে প্রতিস্থাপন ঘটে। আবার আলোর অনুপস্থিতিতে কিন্তু ফেরিক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে টলুইনের বলয়ে প্রতিস্থাপন ঘটে।



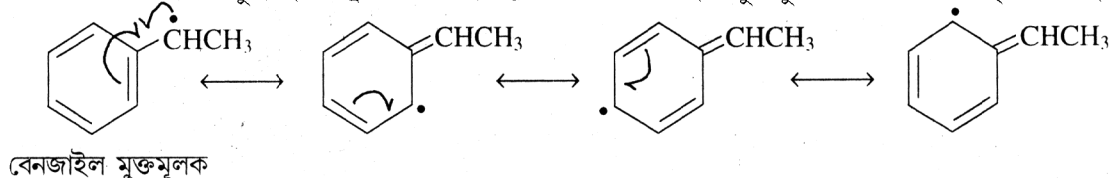
আলোর উপস্থিতিতে মিথাইলবেনজিনে ক্লোরিনেশন মুক্তমূলক ত্রিফা-কৌশলের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়।



অ্যালকিলবেনজিনের পার্শ্বশৃঙ্খলে মিথাইল মূলক অপেক্ষা বড় আকারের অ্যালকিল মূলক থাকলে আশা করা যায় পার্শ্বশৃঙ্খলের যে কোন কঠিন পরমাণুতে মুক্তমূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন ঘটতে পারে। যেমন, ইথাইলবেনজিনের ক্লোরিনেশনে প্রাপ্ত দুটি সমাবয়বী যৌগের মধ্যে 1-ক্লোরো-1-ফিনাইলইথেন মুখ পদার্থরূপে উৎপন্ন হয়।



বেনজিন বলয়ে অযুগ্ম ইলেকট্রনের পরিব্যাপ্তির ফলে বেনজাইল মুক্তমূলকটি অধিকতর স্থিতিশীল হয়।

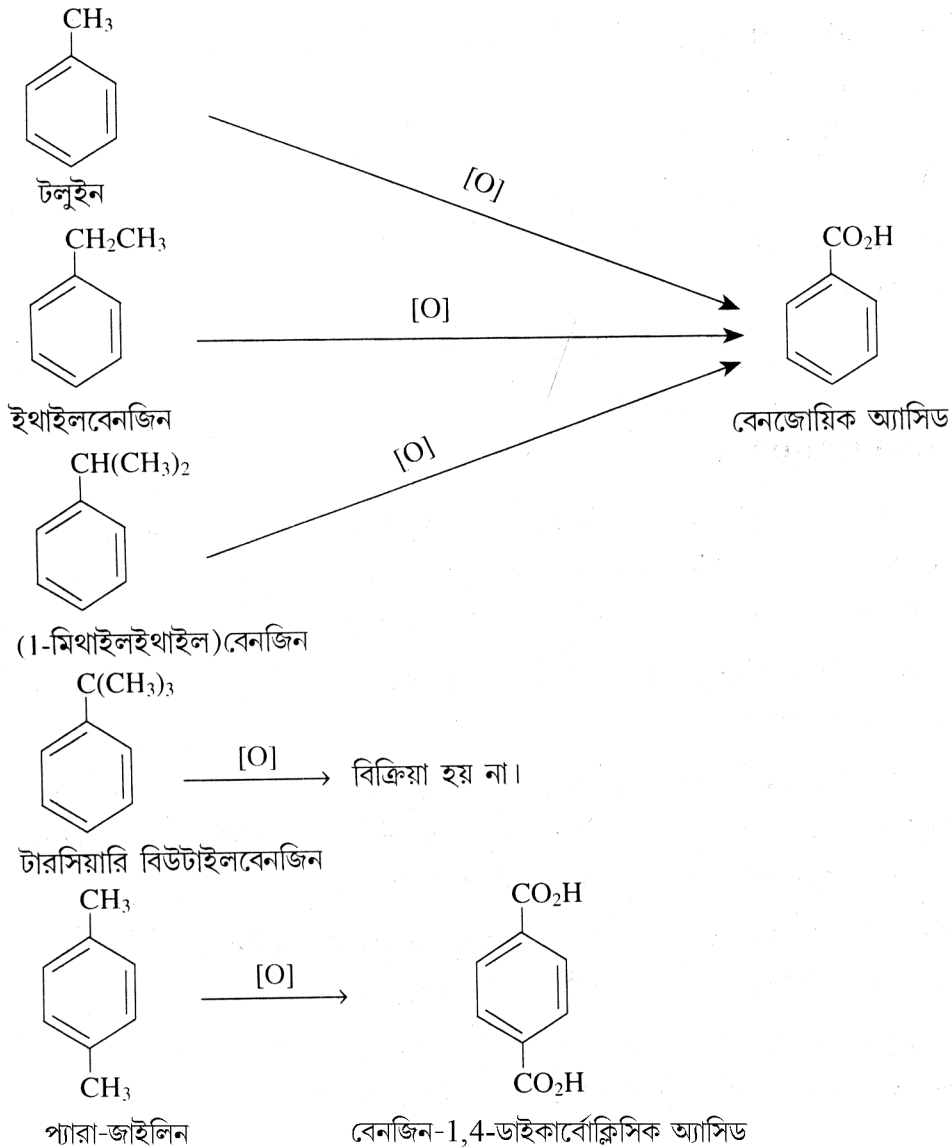


যেহেতু অধিকতর স্থিতিশীল মুক্তমূলক গঠনের মধ্য দিয়ে সম্পন্ন বিক্রিয়ার হার বেশি হয়, তাই এক্ষেত্রে 1-ক্লোরো-1-ফিনাইলইথেন মুখ্য পদার্থ হিসাবে উৎপন্ন হবে।

6.11.2 পার্শ্বশৃঙ্খলের জারণ (Oxidation of side chain) :

যদিও সাধারণ জারক দ্রব্য, KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ইত্যাদি দ্বারা বেনজিন বলয় এবং অ্যালকেনসমূহ নিস্ক্রিয় থাকে তবুও অ্যালকিলবেনজিনের অ্যালিফেটিক পার্শ্বশৃঙ্খল সহজেই জারিত হয়ে কার্বক্সিল মূলকে ($-\text{CO}_2\text{H}$) পরিণত হয়। টারসিয়ারি অ্যালকিল প্রতিস্থাপিত অ্যারোমেটিক যৌগ এই বিক্রিয়া দেয় না।

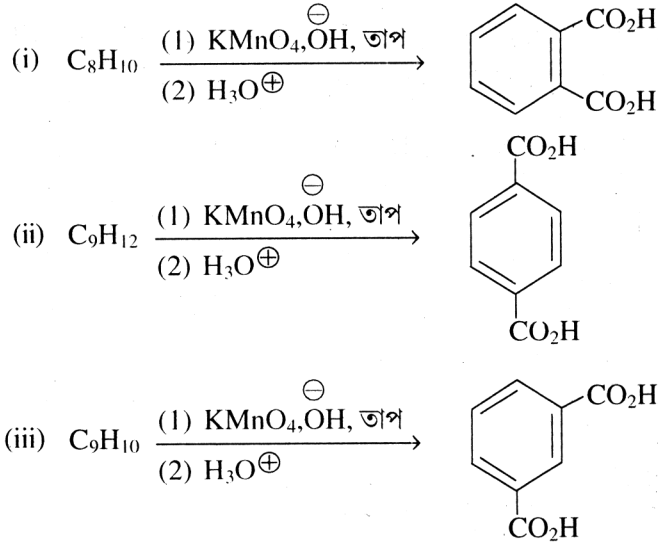
নিচের বিক্রিয়ায় জারকদ্রব্য $[\text{O}]$ বলতে (1) KMnO_4 , OH^- তাপ/ (2) H_3O^+ বুঝতে হবে।



জারণ বিক্রিয়ার সাহায্যে (1) কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড সংশ্লেষণ এবং (2) বেনজিন বলয়ে অ্যালকিল মূলকের অবস্থান নির্ধারণ করা যায়।

অনুশীলনী-5

নিচের বিক্রিয়াগুলি দেখে আণবিক সংকেত সম্পন্ন যৌগটির গঠনসংগেত লিখুন :



6.12 সারাংশ (Summary)

- অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন বেনজিন এবং বেনজিনের সমগণের প্রধান উৎস হল আলকাতরা। অধুনা পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত অ্যারোমেটিক নয় এমন সব যৌগ থেকে হাইড্রোফরমিং অথবা প্রভাবক সংস্কার পদ্ধতির সাহায্যে বেনজিন এবং বেনজিনের সমগণ তৈরি করা হয়।
- বেনজিন একটি অতিরিক্ত স্থিতিশীল যৌগ। বেনজিনের স্থিতিশীলতার এই ধর্মই অ্যারোমেটিক ধর্ম বা অ্যারোমেটিসিটি নামে স্বীকৃত।
- সাধারণভাবে অ্যালকিনের মত বেনজিন ইলেকট্রোফিলীয় যুত-যৌগ গঠন করে না। অপরপক্ষে, বেনজিন ইলেকট্রোফাইলের দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া যেমন নাইট্রেশন, হ্যালোজিনেশন, সালফোনেশন, ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন ও অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া ঘটায়।
- বিক্রিয়ার বিশেষ শর্তে বেনজিন যুত-বিক্রিয়া দেয়। যেমন তীব্র সুর্যালোকে ক্লোরিন ও ব্রোমিনের সাথে বিক্রিয়ায় ইহা বেনজিনহেক্সাক্লোরাইড ও বেনজিনহেক্সাব্রোমাইড উৎপন্ন করে।
- বেনজিন বলয়ে যুক্ত মূলক বেনজিন বলয়ের ত্রিাশীলতার উপর প্রভাব ফেলে। যেমন, বলয়ে যুক্ত মিথাইল মূলক ইলেকট্রোফাইলের প্রতি অর্থো-ও প্যারা অবস্থান নির্দেশ করে।

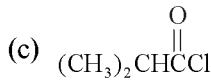
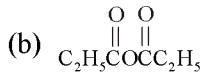
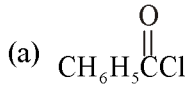
- বেনজিন সমগণের সংশ্লেষণ উর্জ-ফিটিং বিক্রিয়া, গ্রিগনার্ড বিকারক, ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন এবং যৌথভাবে ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যাসাইলেশন এবং ক্লিনমেনসেন বিজারণ পদ্ধতির সাহায্যে করা হয়।
- বিক্রিয়ার পরিবেশ অনুযায়ী হ্যালোজেন অ্যালকিলবেনজিনের বলয়ে বা পার্শ্বশৃঙ্খলে বিক্রিয়া ঘটায়। আলোর উপস্থিতিতে পার্শ্বশৃঙ্খলে এবং অ্যাসিডের উপস্থিতিতে বলয়ে যুক্ত হয়।

6.13 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

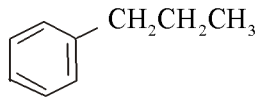
- (1) হুকেল (Hückel) সংখ্যা অনুযায়ী [14] অ্যানুলিন কি অ্যারোমেটিক যৌগ? ব্যাখ্যা করুন।
- (2) নিচের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থগুলি লিখুন :



- (3) n-প্রোপাইলবেনজিন তৈরি করতে ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস অ্যালকিলেশন বিক্রিয়ার সাহায্য না নিয়ে অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়ার সাহায্য নেওয়া হয় কেন? ব্যাখ্যা করুন।
- (4) সংক্ষিপ্ত উত্তর লিখুন :
 - (a) যুত-বিক্রিয়া ও প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় বেনজিনের ক্ষেত্রে কোনটির প্রাধান্য দেখা যায়? কেন?
 - (b) বেনজিন সাধারণত নিউক্লিওফিলীয় প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না কেন?
- (5) অনার্দ্র AlCl₃-এর উপস্থিতিতে বেনজিনের সাথে নিচের যৌগগুলির বিক্রিয়ায় যে পদার্থ উৎপন্ন হয় তার গঠনসংকেত লিখুন।



- (6) আলোর উপস্থিতিতে বেনজিন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন মুখ্য পদার্থটি কী? সমীকরণসহ ব্যাখ্যা করুন।



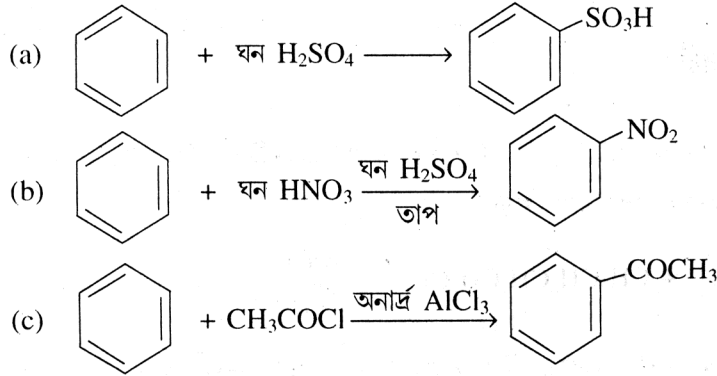
- (7) নিচের যৌগগুলিকে জলীয় KMnO₄ দ্রবণসহ উত্তপ্ত করা হলে কী হবে? সমীকরণসহ লিখুন :
 - (a) n-বিউটাইলবেনজিন
 - (b) 1,1-ডাইমিথাইলইথাইলবেনজিন
 - (c) 1,3,5-ট্রাইমিথাইলবেনজিন

(8) কীভাবে রূপান্তরিত করবেন? সমীকরণসহ লিখুন :

(a) বেনজিন থেকে বেনজোয়িক অ্যাসিড

(b) বেনজিন থেকে ব্রোমобенজিন

(9) নিচের বিক্রিয়াগুলির ক্রিয়া-কৌশল আলোচনা করুন :



6.14 উত্তরমালা

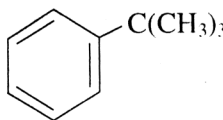
অনুশীলনী-1

- (i) π -ইলেকট্রন সংখ্যা = 8; হকের নীতি মেনে চলে না। অধিকন্তু, ইক্লিপ্সড হাইড্রোজেনগুলির মধ্যে ব্যবর্তন পীড়নহেতু যৌগটি সমতলীয় নয়। অতএব, যৌগটি নন-অ্যারোমেটিক।
- (ii) π -ইলেকট্রন সংখ্যা = 6; হকের নীতি মেনে চলে। যৌগটি সমতলীয়। π -ইলেকট্রনগুলি সম্পূর্ণ অনুবদ্ধ অবস্থায় থাকতে পারে। অতএব, অ্যারোমেটিক।
- (iii) π -ইলেকট্রন সংখ্যা = 2; হকের নীতি মেনে চলে। যৌগটি সমতলীয়। অতএব, অ্যারোমেটিক।
- (iv) π -ইলেকট্রন সংখ্যা = 8; হকের নীতি মেনে চলে না। সমতলীয়। অতএব, অ্যারোমেটিক-বিমুখ।

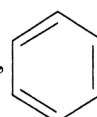
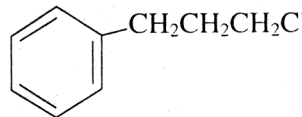
অনুশীলনী-2

(i) বিক্রিয়া হয় না।

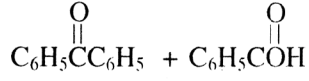
(ii) বিক্রিয়া হয় না।

(iii) 

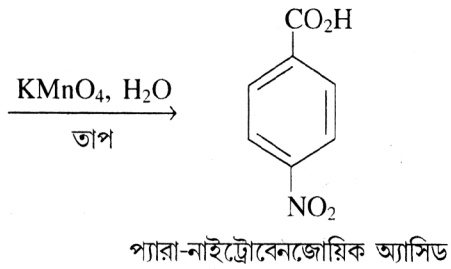
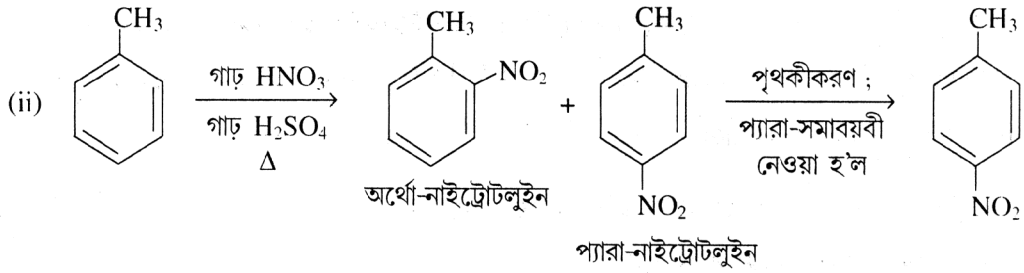
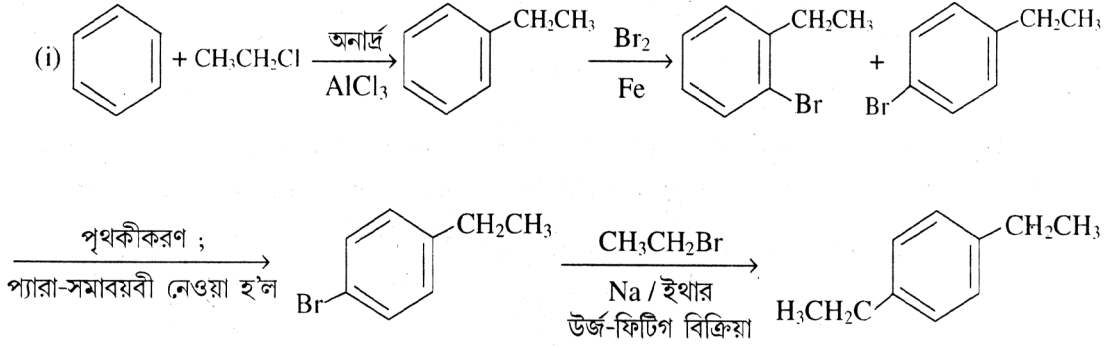
(iv) বিক্রিয়া হয় না।

(v) Cl অপেক্ষা F বেশি সক্রিয় তাই,  + FCH₂CH₂CH₂Cl $\xrightarrow{\text{BF}_3}$ 

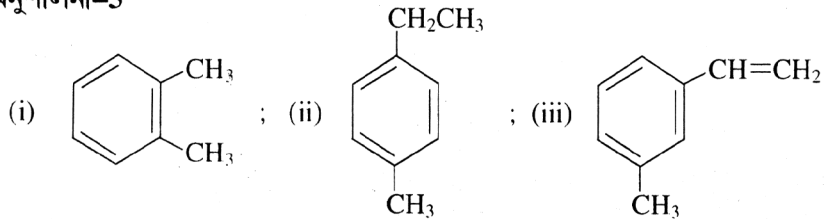
অনুশীলনী-3



অনুশীলনী-4

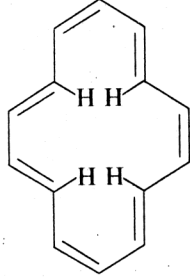


অনুশীলনী-5



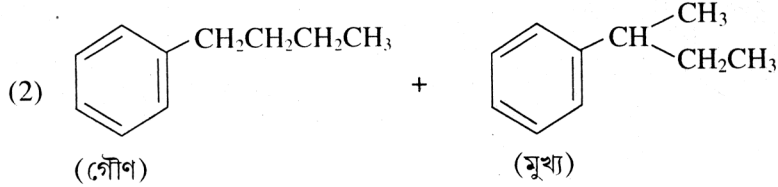
সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

(1) না; (14) অ্যানুলিনের গঠন সংকেত নিম্নরূপ :

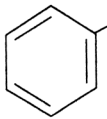


হকের নীতি অনুযায়ী অ্যানুলিনটিতে $(4 \times 3 + 2)\pi = 14\pi$ ইলেকট্রন আছে। এটিই হকের সংখ্যা। এক্স-রে বিশ্লেষণে দেখা যায় যে অন্তর্দেশীয় হাইড্রোজেন পরমাণুগুলির বিকর্ষণহেতু যৌগটি অসমতলীয়।

(2)

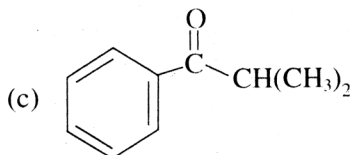
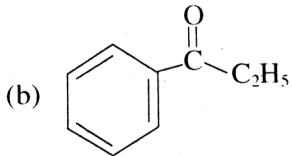
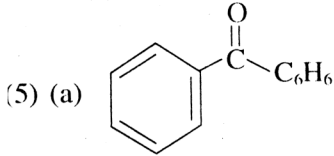


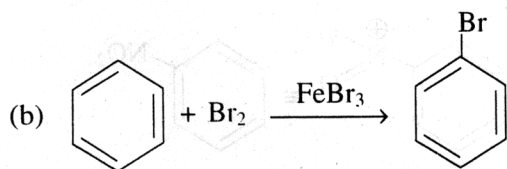
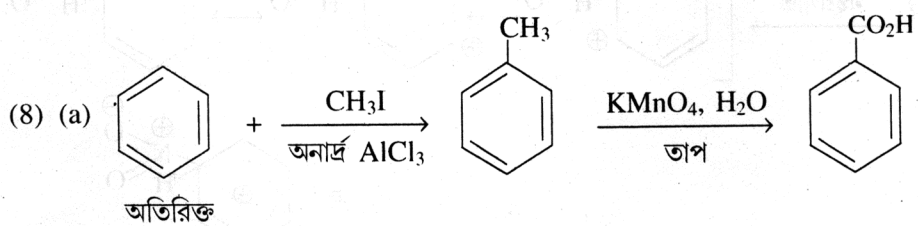
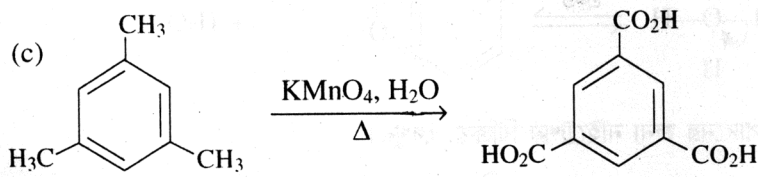
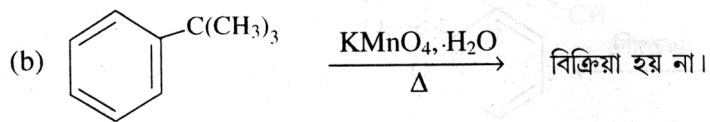
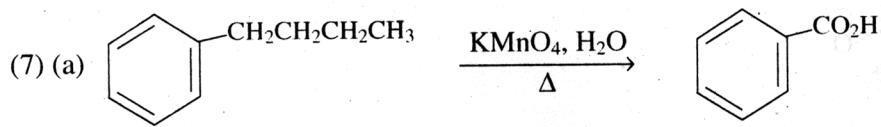
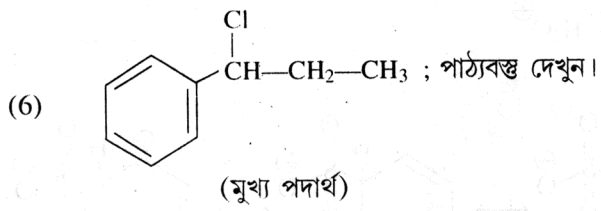
(3) অ্যালকিলেশনে n-প্রোপাইল বেনজিনের সাথে (1-মিথাইলইথাইল) বেনজিন মুখ্য পদার্থরূপে উৎপন্ন হবে।

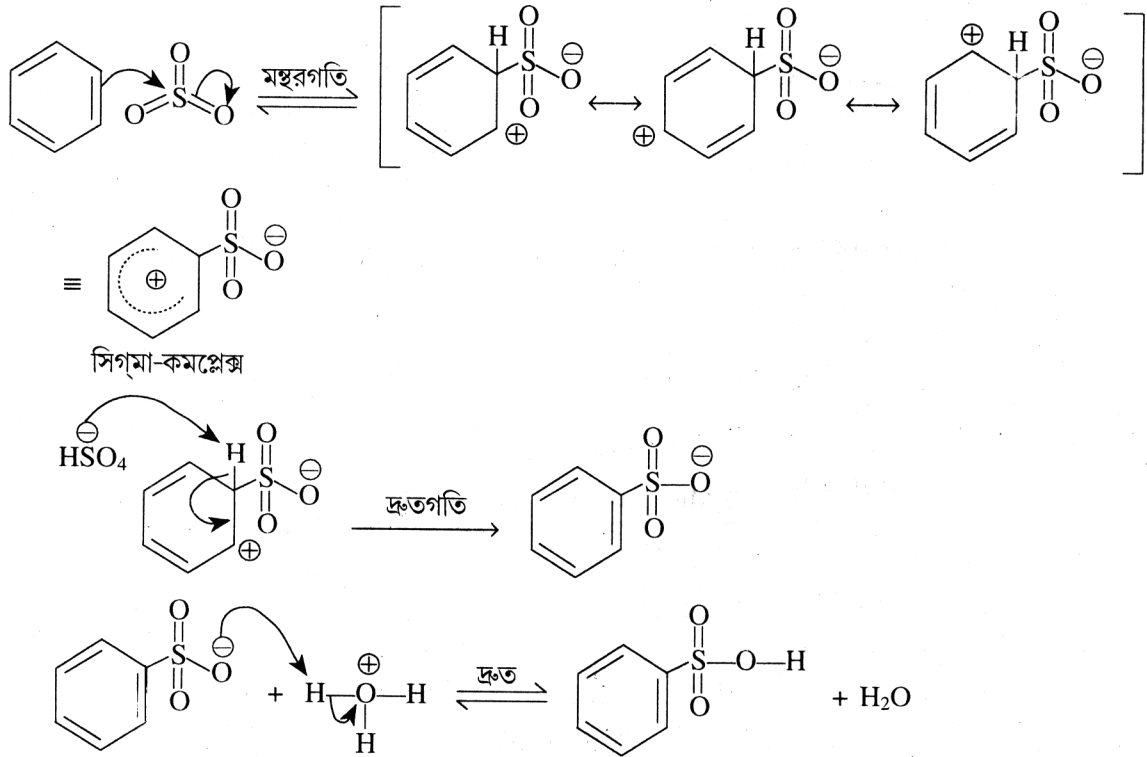
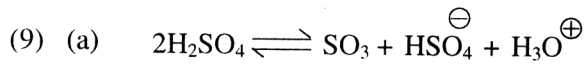
কিন্তু অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়ায় কেবলমাত্র  উৎপন্ন হবে যার ক্লিমনসেন বিজারণে n-প্রোপাইলবেনজিন পাওয়া যাবে।

(4) (a) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া : অ্যারোমেটিক স্থায়িত্ব লাভের জন্য

(b) বেনজিন বলয় ইলেকট্রন সমৃদ্ধ বলে।







(b) $\text{O}=\text{N}=\text{O}^+$ এর উৎপাদনের জন্য নাইট্রেশন বিক্রিয়া দেখুন।

