Name of the Teacher-SUTAPA CHAKRABARTY

Subject: Chemistry

Class: Semester-2

Paper: DSC1BT:Organic Chemistry

Topic: Aromatic Hydrocarbons

PART 1

13.33.2 বেঞ্জিনের শিল্পোৎপাদন ও পরীক্ষাগার প্রস্তুতি

শিল্প উৎপাদন: বেঞ্জিনের প্রধান উৎস হল আলকাতরা। এ ছাড়া খনিজ পেট্রোলিয়াম থেকেও বেঞ্জিন উৎপাদন করা হয়। আলকাতরা থেকে বেঞ্জিনের শিল্পোৎপাদন পরিচ্ছেদ 13.33-এ উল্লেখ করা হয়েছে।

পরীক্ষাগার প্রস্তুতি:

i] **অ্যাসিটিলিন থেকে:** অ্যাসিটিলিন গ্যাসকে লোহিততপ্ত (600°C) তামার নলের মধ্যে দিয়ে চালনা করলে এর 3টি অণু পরস্পর যুক্ত হয়ে বেঞ্জিন গঠন করে (পলিমারিজেশন বিক্রিয়া)।

$$3[HC \equiv CH]\ (\text{অ্যাসিটিলিন}) \xrightarrow[600^\circ C]{\text{Cu নল}} C_6H_6\ (\text{বেঞ্জিন})$$

ii] সোডিয়াম বেঞ্জোয়েটের ডি-কার্বক্সিলেশন দ্বারা: অনার্দ্র সোডিয়াম বেঞ্জোয়েটকে সোডালাইমসহ উত্তপ্ত করলে বেঞ্জিন পাওয়া যায়।

$$C_6H_5COONa + NaOH \xrightarrow[\text{তাপ}]{CaO} C_6H_6 + Na_2CO_3$$

iii] ফেনল থেকে: ফেনলকে জিংক গুঁড়োসহ পাতিত করলে বা ফেনল বাষ্প উত্তপ্ত জিংক ধূলির ওপর চালনা করলে বেঞ্জিন উৎপন্ন হয়।

$$C_6H_5OH\ (\text{ফেনল}) + Zn \xrightarrow{\text{তাপ}} C_6H_6\ (\text{বেঞ্জিন}) + ZnO$$

iv] ডায়াজোনিয়াম লবণ থেকে: বেঞ্জিনডায়াজোনিয়াম লবণের (যেমন, $C_6H_5N_2Cl$) দ্রবণে হাইপোফসফরাস অ্যাসিড বা শুষ্ক অ্যালকোহল মিশিয়ে উত্তপ্ত করলে বেঞ্জিন উৎপন্ন হয়।

$$C_6H_5\overset{\oplus}{N}_2Cl^{\ominus} + H_3PO_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{H_2O} C_6H_6 + H_3PO_3 + HCl + N_2$$

$$C_6H_5\overset{\oplus}{N}_2Cl^{\ominus} + C_2H_5OH \xrightarrow{\text{তাপ}} C_6H_6 + CH_3CHO + HCl + N_2$$

v] বেঞ্জিনসালফোনিক অ্যাসিড থেকে: বেঞ্জিনসালফোনিক অ্যাসিডকে চাপের প্রভাবে 150 - 200°C উষ্ণতায় লঘু HCl (বা H_2SO_4)-সহ উত্তপ্ত করলে বেঞ্জিন উৎপন্ন হয় (বেঞ্জিন বলয় থেকে $-SO_3H$ গ্রুপ অপসারণ **ডি-সালফোনেশন** নামে পরিচিত)।

$$\underset{\text{বেঞ্জিনসালফোনিক অ্যাসিড}}{C_6H_5SO_3H} + H_2O \xrightarrow[\text{150 - 200°C, চাপ}]{\text{লঘু HCl}} \underset{\text{বেঞ্জিন}}{C_6H_6} + H_2SO_4$$

13.33.3 বেঞ্জিনের ভৌত ধর্ম

i] বেঞ্জিন **বিশিষ্ট গন্ধযুক্ত বর্ণহীন তরল পদার্থ**। এর **স্ফুটনাঙ্ক 80.4°C**। হিমমিশ্রণে ঠান্ডা করে প্রাপ্ত **কেলাসাকার বেঞ্জিনের গলনাঙ্ক 5.5°C**।

ii] বেঞ্জিন **জল অপেক্ষা হালকা (আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.87)** এবং জলে **অদ্রবণীয়** কিন্তু অ্যালকোহল, ইথার ও অ্যাসিটোনে দ্রাব্য।

iii] বেঞ্জিন একটি **উত্তম দ্রাবক**। তেল, চর্বি, রবার, রেজিন, আয়োডিন, সালফার, ফসফরাস প্রভৃতি বেঞ্জিনে দ্রবীভূত হয়।

iv] বেঞ্জিন **অত্যন্ত দাহ্য পদার্থ**। বেঞ্জিন অণুতে কার্বনের আনুপাতিক পরিমাণ বেশি থাকায় দহনে কার্বন উৎপন্ন হয়, তাই কালো ধোঁয়ার সৃষ্টি হয়। শিখাতে তপ্ত কার্বন কণার উপস্থিতি শিখাকে দীপ্তিময় করে।

v] বেঞ্জিন একটি **অত্যন্ত বিষাক্ত ক্যানসার সৃষ্টিকারী** পদার্থ।

- অ্যারোমেটিক যৌগ মাত্রই ধোঁয়াটে শিখায় জ্বলে, কিন্তু অ্যালিফ্যাটিক যৌগগুলি ধোঁয়াটে শিখায় জ্বলে না। এইভাবে অ্যালিফ্যাটিক এবং অ্যারোমেটিক যৌগের মধ্যে পার্থক্য করা যায়।
- অত্যন্ত দাহ্য বলে বেঞ্জিনকে কখনো মুক্ত শিখায় উত্তপ্ত করা উচিত নয়। এছাড়া, প্রশ্বাসের সঙ্গে বেঞ্জিন বাষ্প গ্রহণ অত্যন্ত ক্ষতিকর বলে একে ধূম্র-কক্ষ (*fume chamber*)-এ উত্তপ্ত করা হয়।

13.33.4 বেঞ্জিনের রাসায়নিক ধর্ম ও বিক্রিয়া

বেঞ্জিন অণুতে 3টি দ্বি-বন্ধন থাকা সত্ত্বেও এটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন থেকে সম্পূর্ণ পৃথক ধর্মবিশিষ্ট এবং খুব সুস্থিত। কিছু ক্ষেত্রে বেঞ্জিন যুত বিক্রিয়া করলেও এর মুখ্য ও বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া হল প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া।

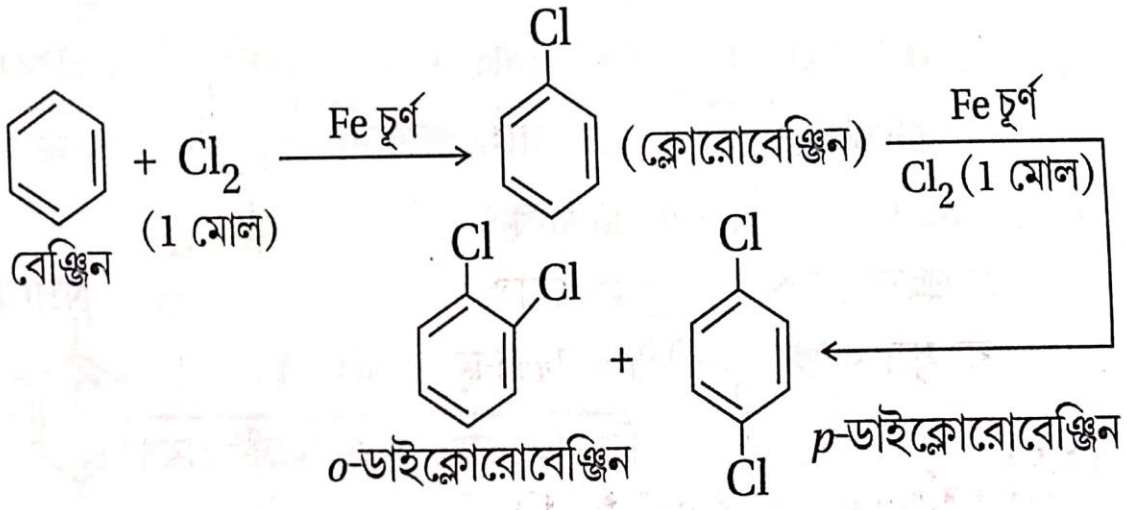
বেঞ্জিনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াসমূহ

বেঞ্জিনের হ্যালোজেনেশন (Halogenation of benzene):

i] **ক্লোরিনেশন:** যে বিক্রিয়ায় বেঞ্জিন বলয়ের H-পরমাণু, Cl-পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তাকে **ক্লোরিনেশন বিক্রিয়া** বলে। সাধারণ উষ্ণতায় অনুঘটক হিসেবে হ্যালোজেন-বাহক যেমন—Fe চূর্ণ, $FeCl_3$, $AlCl_3$ বা আয়োডিনের উপস্থিতিতে বেঞ্জিনের মধ্যে ক্লোরিন চালনা করলে বেঞ্জিন বলয়ের H-পরমাণু, Cl-পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে **ক্লোরোবেঞ্জিন** উৎপন্ন হয়। হ্যালোজেন-বাহকের অনুপস্থিতিতে বেঞ্জিনের সঙ্গে ক্লোরিনের প্রতিস্থাপন ঘটে না।

$$C_6H_6 + Cl_2\,(1\text{ মোল}) \xrightarrow{\text{Fe চূর্ণ}} C_6H_5Cl\ (\text{ক্লোরোবেঞ্জিন}) + HCl$$

বেঞ্জিন বলয়ের কটি H -পরমাণু Cl -পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হবে, তা ক্লোরিনের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে। যেমন—**1 মোল Cl_2** (Fe-এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত Cl_2 ছাড়া) ব্যবহার করলে **মনো-ক্লোরোবেঞ্জিন** উৎপন্ন হয়। **2 মোল Cl_2** ব্যবহার করে অনেকক্ষণ ধরে বিক্রিয়া ঘটালে প্রধানত *o* -ও *p* -ডাইক্লোরোবেঞ্জিনের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



ii] ব্রোমিনেশন: ব্রোমিন **Fe চূর্ণ, $AlBr_3$** বা **I_2** (হ্যালোজন-বাহক)-এর **উপস্থিতিতে** বেঞ্জিনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ব্রোমোবেঞ্জিন উৎপন্ন করে

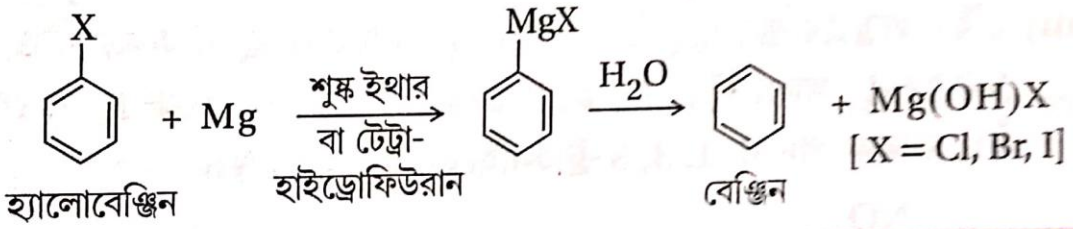
$$C_6H_6 + Br_2\ (1\ \text{মোল}) \xrightarrow{\text{Fe চূর্ণ}} C_6H_5Br\ (\text{ব্রোমোবেঞ্জিন}) + HBr$$

বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশল: ক্লোরিনেশন বিক্রিয়ার অনুরূপ।

iii] আয়োডিনেশন: ক্লোরিনেশন ও ব্রোমিনেশনের পদ্ধতিতে বেঞ্জিনের আয়োডিনেশন সম্পন্ন করা যায় না। বেঞ্জিন, আয়োডিন ও গাঢ় HNO_3 -এর মিশ্রণকে রিফ্লাক্স করলে বেঞ্জিনের একটি H -পরমাণু, I -পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে আয়োডোবেঞ্জিন উৎপন্ন হয়।

$$C_6H_6 + I_2 \xrightarrow[[O]]{HNO_3} C_6H_5I \text{ (আয়োডোবেঞ্জিন)}$$

বেঞ্জিন বলয় থেকে হ্যালোজেন পরমাণুর অপসারণ: গ্রিগনার্ড বিকারক প্রস্তুতির মাধ্যমে বেঞ্জিন বলয় থেকে হ্যালোজেন পরমাণুর অপসারিত করা যায়, অর্থাৎ হ্যালোবেঞ্জিনকে বেঞ্জিনে পরিণত করা যায়।



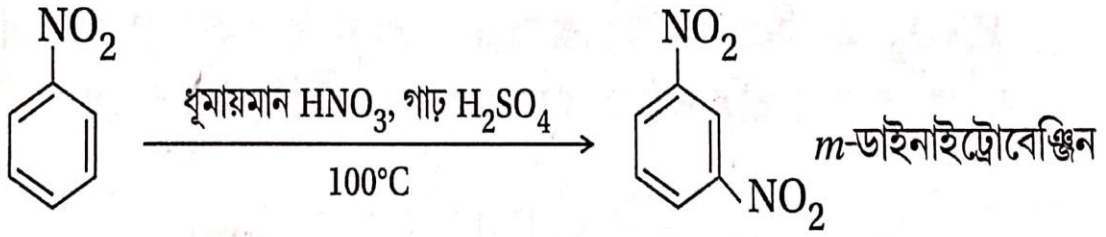
বেঞ্জিনের নাইট্রেশন (Nitration of benzene): যে বিক্রিয়ায় বেঞ্জিন বলয়ের হাইড্রোজেন পরমাণু নাইট্রো ($—NO_2$) গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তাকে **নাইট্রেশন বিক্রিয়া** বলে।

বিকারক: সাধারণত **গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ নাইট্রেটিং বিকারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।** অ্যাসিড দুটির এই মিশ্রণকে **মিশ্র অ্যাসিড** বলে।

i] নাইট্রোবেঞ্জিন প্রস্তুতি: বেঞ্জিনকে গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 -সহ **50 - 60°C উষ্ণতায়** উত্তপ্ত করলে বেঞ্জিনের 1টি H-পরমাণু $—NO_2$ গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে নাইট্রোবেঞ্জিন উৎপন্ন করে।

$$C_6H_6 \xrightarrow[50-60°C]{\text{গাঢ় } HNO_3/\text{গাঢ় } H_2SO_4} C_6H_5NO_2 \text{ (নাইট্রোবেঞ্জিন)} + H_2O$$

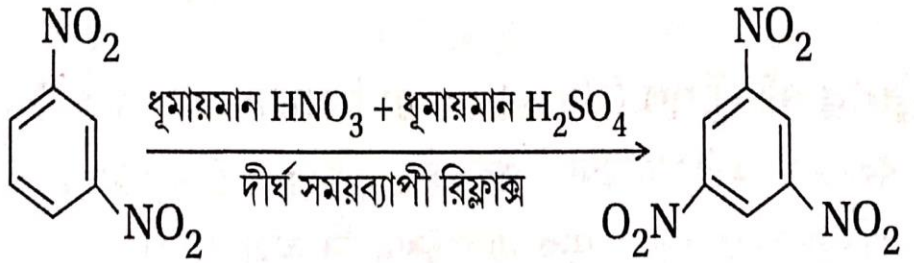
ii] ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন প্রস্তুতি: বেঞ্জিনকে **ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড** ও **গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ 100°C উষ্ণতায়** (ফুটন্ত জলগাহে) উত্তপ্ত করলে ***m*-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন** উৎপন্ন হয়।



m-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন

নাইট্রো গ্রুপ ইলেকট্রন-আকর্ষী গ্রুপ হওয়ায় জন্য এটি বেঞ্জিন বলয়ের ইলেকট্রন-ঘনত্ব হ্রাস করে। তাই আগত $\overset{\oplus}{N}O_2$ আয়নটি সহজে বলয় দ্বারা আকৃষ্ট হয় না এবং নাইট্রেশন বিক্রিয়া কিছুটা কষ্টসাধ্য হয়। এজন্য **দ্বিতীয়** নাইট্রেশনে বেশি উষ্ণতা ও ধূমায়মান **HNO_3** ব্যবহৃত হয়।

iii] ট্রাইনাইট্রোবেঞ্জিন প্রস্তুতি: বেঞ্জিনকে **ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড** ও **ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিডসহ** কয়েকদিন **রিফ্লাক্স করলে বিস্ফোরক পদার্থ 1, 3, 5-ট্রাইনাইট্রোবেঞ্জিন (TNB)** উৎপন্ন হয়।

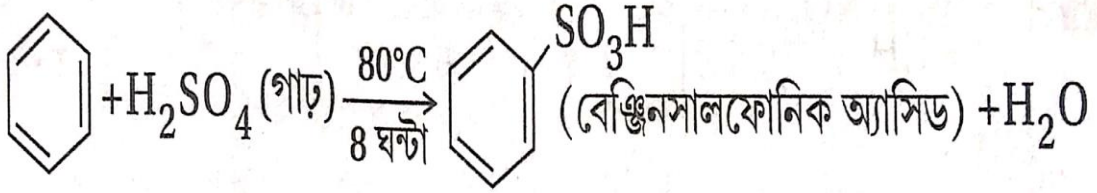


m-ডাইনাইট্রোবেঞ্জিন

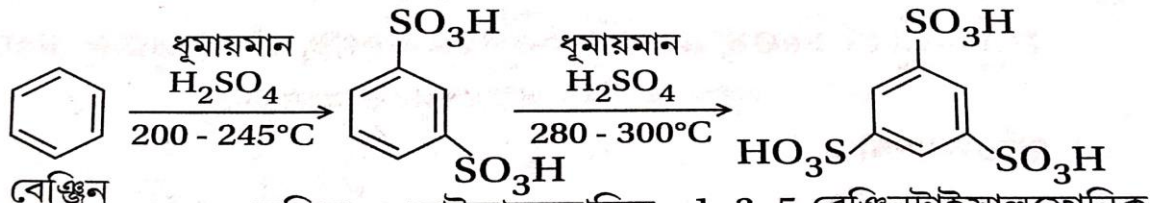
1, 3, 5-ট্রাইনাইট্রোবেঞ্জিন (TNB)

বেঞ্জিনের সালফোনেশন (Sulphonation of benzene): যে বিক্রিয়ায় বেঞ্জিন বলয়ের H-পরমাণু সালফোনিক অ্যাসিড ($-SO_3H$) গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তাকে সালফোনেশন বিক্রিয়া বলে।

বিক্রিয়া ও শর্ত: সাধারণ উষ্ণতায় বেঞ্জিনের সঙ্গে গাঢ় H_2SO_4 -এর কোনো বিক্রিয়া ঘটে না। কিন্তু **বেঞ্জিন ও গাঢ় H_2SO_4-এর মিশ্রণকে 80°C উষ্ণতায় প্রায় 8 ঘন্টা ধরে উত্তপ্ত করলে বেঞ্জিন বলয়ের H-পরমাণু $-SO_3H$ গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে বেঞ্জিনসালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে।**



ডাই- এবং ট্রাইসালফোনিক অ্যাসিড প্রভৃতি: বেঞ্জিনকে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিডসহ 200 - 245°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে বেঞ্জিন-*m*-ডাইসালফোনিক অ্যাসিড এবং 280 - 300°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে 1, 3, 5 -বেঞ্জিনট্রাইসালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



বেঞ্জিন | বেঞ্জিন-*m*-ডাইসালফোনিক অ্যাসিড | 1, 3, 5-বেঞ্জিনট্রাইসালফোনিক অ্যাসিড

সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ **সক্রিয়তা হ্রাসকারী গ্রুপ। তাই বলয়ে দ্বিতীয় ও তৃতীয় $-SO_3H$ গ্রুপ প্রবেশ করানো কষ্টসাধ্য।** তাই দ্বিতীয় ও তৃতীয় $-SO_3H$ গ্রুপ প্রবেশ করাতে ক্রমশ অধিক উষ্ণতার প্রয়োজন হয়।

[Reference: Maiti,Tewari,Roy Chhaya Rasayan,Ekadash]