
একক 1 □ জৈব রসায়নে মৌলিক ধারণা (I)

রাসায়নিক বন্ধনের প্রকৃতি

গঠন

- 1.1 প্রস্তাবনা
উদ্দেশ্য
- 1.2 সূচনা
- 1.3 জৈব যৌগে রাসায়নিক বন্ধনের প্রকৃতি
 - 1.3.1 আয়নীয় যোজ্যতা বা তড়িৎযোজ্যতা
 - 1.3.2 সমযোজ্যতা
- 1.4 সমযোজ্যতা বন্ধনের বৈশিষ্ট্য
 - 1.4.1 বন্ধন দূরত্ব
 - 1.4.2 বন্ধন কোণ
 - 1.4.3 বন্ধন বিয়োজন শক্তি ও বন্ধন শক্তি
- 1.5 কার্বনের ইলেকট্রন বিন্যাস ও কার্বনের যোজ্যতা
 - 1.5.1 কার্বনের চতুঃ সমযোজ্যতার ব্যাখ্যা
 - 1.5.2 কার্বনের চারটি সমতুল্য সমযোজ্যতা বন্ধনের ব্যাখ্যা
 - 1.5.3 সমযোজী বন্ধন গঠন
 - 1.5.4 পারমাণবিক কক্ষক থেকে আণবিক কক্ষক গঠন
 - 1.5.5 মিথেনের কক্ষক চিত্র
 - 1.5.6 ইথেনের কক্ষক চিত্র
 - 1.5.7 ইথিনের কক্ষক চিত্র
 - 1.5.8 ইথাইনের কক্ষক চিত্র
- 1.6 জৈব যৌগ গঠনের বৈচিত্র্য
- 1.7 কার্যকরী মূলক এবং জৈব যৌগের শ্রেণীবিভাগ
- 1.8 জৈব যৌগে কার্বন ও হাইড্রোজেন পরমাণুর শ্রেণীবিভাগ
- 1.9 জৈব যৌগের গঠন-সঙ্কেত লেখার বিভিন্ন পদ্ধতি
- 1.10 সারাংশ
- 1.11 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী
- 1.12 উত্তরমালা

1.1 প্রস্তাবনা

সভ্যতার আদিযুগ থেকে মানুষের খাদ্য, বস্ত্র ও বাসস্থান যুগিয়েছে যে বস্তুগুলি সেগুলি সবই মূলত জৈব যৌগ দিয়ে গঠিত। সভ্যতার যত অগ্রগতি হয়েছে, নব নব আবিষ্কৃত জৈব যৌগের ব্যবহারও ততই বেড়েছে। বর্তমান সভ্যতার সঙ্গে জৈব যৌগের সম্পর্ক অবিচ্ছেদ্যভাবে জড়িত। আমাদের খাদ্য, পানীয়, বাসস্থান, বস্ত্র, জ্বালানি, প্রসাধনসামগ্রী, ঔষধ অর্থাৎ, আমাদের জীবনধারণের জন্য প্রয়োজনীয় ন্যূনতম উপাদান এবং উন্নততর, আরামপ্রদ, সুন্দর জীবনযাপনের জন্য প্রয়োজনীয় সামগ্রী সবের মধ্যেই আছে জৈব যৌগের স্থান। তাই জৈব রসায়নের অধ্যয়ন রসায়ন চর্চার একটি গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গ।

উদ্দেশ্য

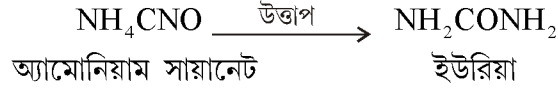
এই এককটি পাঠ করে আপনি—

- জৈব রসায়নের বর্তমান সংজ্ঞা নির্দেশ করতে পারবেন এবং কোন্ যৌগগুলি জৈব রসায়নের অন্তর্গত তাদের চিহ্নিত করতে পারবেন।
- জৈব যৌগে রাসায়নিক বন্ধনের প্রকৃতি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- সমযোজ্যতা বন্ধনের বৈশিষ্ট্য এবং জৈব যৌগের গঠনে তাদের প্রয়োগ—এ সম্পর্কে আলোচনা করতে পারবেন।
- সংকরায়ণ তত্ত্বের সাহায্যে জৈব যৌগের গঠন ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- জৈব যৌগের গঠনের বৈচিত্র্য উল্লেখ করতে পারবেন এবং কার্যকরী মূলকের ভিত্তিতে জৈব যৌগের শ্রেণীবিভাগ করতে সক্ষম হবেন।
- জৈব যৌগে কার্বন ও হাইড্রোজেনের পরমাণুর শ্রেণীবিভাগ করতে পারবেন।
- জৈব যৌগের গঠন লেখার বিভিন্ন পদ্ধতি নির্দেশ করতে পারবেন।

1.2 সূচনা

জৈব যৌগ বলতে কার্বনের যৌগ বোঝায়। কিন্তু সব কার্বন যৌগেই অন্তর্ভুক্ত নয়। জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে পার্থক্যটা ঐতিহাসিক কারণে হয়েছে এবং এই পার্থক্য বস্তুত কৃত্রিম। প্রথমদিকে প্রাণ-উৎস (উদ্ভিদ ও প্রাণিজগৎ) থেকে প্রাপ্ত যৌগগুলিকে জৈব যৌগ ও খনিজ বা অপ্রাণ উৎস থেকে প্রাপ্ত যৌগগুলিকে অজৈব যৌগ বলা হত। 1815 খ্রিস্টাব্দে বার্জেলিয়াস (Berzelius) প্রাণশক্তি তত্ত্বের (Vital force theory) সাহায্যে জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে পার্থক্য করেন। এই তত্ত্ব অনুসারে উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহকোষের এক রহস্যময় শক্তির সাহায্যে জৈব যৌগের সংশ্লেষণ ঘটে। 1828 খ্রিস্টাব্দে জার্মান

রসায়নবিদ ফ্রিডরিখ ভোলার (Friedrich wöhler) অ্যামোনিয়াম সায়ানেটের জলীয় দ্রবণ প্রয়োগে শুষ্ক করে জৈব যৌগ ইউরিয়া প্রস্তুত করেন।



এর ফলে প্রাণশক্তি তত্ত্বের অসারতা প্রমাণিত হয়।

কার্বন-যৌগের সঙ্গে অন্য মৌলগুলির যৌগের কোন মূলগত পার্থক্য না থাকা সত্ত্বেও কার্বন-যৌগগুলির বিশেষত্ব হল যে তারা সংখ্যায় বিপুল। এই সংখ্যা ৪০ লক্ষ ছাড়িয়ে গিয়েছে। এ ছাড়াও প্রায় ৪০ হাজার করে নতুন কার্বন-যৌগ প্রতিবছর যোগ হচ্ছে। তাই কার্বন-যৌগগুলি আলোচনার জন্য রসায়নের একটি স্বতন্ত্র শাখা, জৈব রসায়ন, গড়ে উঠেছে। অবশ্য প্রথাগতভাবে কিছু কার্বন-যৌগকে জৈব রসায়নের আওতার বাইরে রাখা হয়েছে। কার্বনের অক্সাইড, ধাতব কার্বনেট ও বাইকার্বনেট, ধাতব সায়ানাইড ও ধাতব কার্বাইড ছাড়া আর সব কার্বন-যৌগের রসায়নই হল জৈব রসায়ন।

অনুশীলনী ১

- (i) জৈব যৌগ সংশ্লেষণের জন্য কি বিশেষ প্রাকৃতিক শক্তির প্রয়োজন?
- (ii) প্রথম কোন্ জৈব যৌগটি পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করা হয়? কে কীভাবে জৈব যৌগটি প্রস্তুত করেন?
- (iii) অ্যামোনিয়াম সায়ানেট ও ইউরিয়ার আণবিক সঙ্কেত লিখুন। এদের পরস্পর কি বলা হয়? উত্তাপ প্রয়োগে অ্যামোনিয়াম সায়ানেট থেকে ইউরিয়া প্রস্তুত কি ধরনের বিক্রিয়া?

1.3 জৈব যৌগে রাসায়নিক বন্ধনের প্রকৃতি

যে আকর্ষণী বলের প্রভাবে কোন মৌলের বা কোন যৌগের অণুতে বা কোন আয়নীয় জোটে দুটি পরমাণু একত্রে গ্রথিত হয়ে থাকে তাকে রাসায়নিক বন্ধন বলে। রাসায়নিক বন্ধন তড়িতিক প্রকৃতির। রাসায়নিক বন্ধন প্রধানত দু' ধরনের :

- (1) আয়নীয় বন্ধন বা তড়িৎযোজী বন্ধন;
- (2) সমযোজী বন্ধন।

তৃতীয় আর এক ধরনের বন্ধন—কো-অর্ডিনেট সমযোজী বন্ধন—প্রকৃতপক্ষে বিশেষ ধরনের সমযোজী বন্ধন।

1.3.1 আয়নীয় বন্ধন ও তড়িৎযোজী বন্ধন :

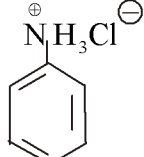
একটি পরমাণু থেকে অপর একটি পরমাণুতে এক বা একাধিক ইলেকট্রনের পুরোপুরি স্থানান্তরের মাধ্যমে যে বন্ধনের সৃষ্টি হয়, তাকে আয়নীয় বন্ধন বা তড়িৎযোজী বন্ধন বলে। যে পরমাণু থেকে

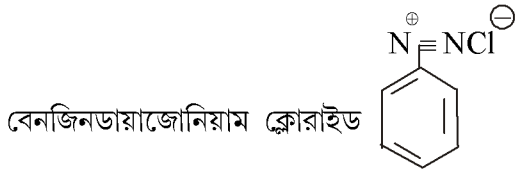
ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হয়, সেটি ধনাত্মক আয়ন (ক্যাটায়ন) এবং যে পরমাণুতে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হয়, সেটি ঋণাত্মক আয়ন (অ্যানায়ন) গঠন করে। বিপরীত আধানবাহী আয়নগুলি পরস্পরের প্রতি আকৃষ্ট হয় এবং নির্দিষ্ট দূরত্ব বজায় রেখে আয়নীয় কেলাসে একত্রে গ্রথিত থাকে।

মনে রাখা দরকার, আয়নীয় বন্ধনের নির্দিষ্ট কোন অভিমুখ (direction) নাই। বিপরীত আধানযুক্ত আয়নগুলির মধ্যে যে কুলম্বীয় বল ক্রিয়া করে তা সবদিকে সমানভাবে প্রযুক্ত থাকে। একাধিক ঋণাত্মক আয়ন প্রতিটি ধনাত্মক আয়নকে পরিবেষ্টিত করে রাখে, আবার একাধিক ধনাত্মক আয়ন প্রতিটি ঋণাত্মক আয়নকে পরিবেষ্টিত করে রাখে। অর্থাৎ, আয়নগুলির মধ্যে আকর্ষণ-বিকর্ষণ বল সবদিকে ক্রিয়া করে। সর্বাধিক সুস্থিতির জন্য বিপরীত আধানযুক্ত আয়নগুলি কতকগুলি নিয়মিত জ্যামিতিক আকৃতিতে বিন্যস্ত হয়ে কেলাস গঠন করে তারা সেই জ্যামিতিক আকৃতিতেই বিন্যস্ত হয় যাতে সদৃশ আধানযুক্ত আয়নগুলির মধ্যে ক্রিয়ারত কুলম্বীয় বিকর্ষণ বল এবং আয়নগুলির বহিঃকেন্দ্রিকীয় ইলেকট্রনগুলির মধ্যে ইলেকট্রন-ইলেকট্রন বিকর্ষণ বল সবথেকে কম হয়। আয়নগুলির আধানের মান এবং ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নের ব্যাসার্ধের অনুপাতের উপর জ্যামিতিক আকৃতি নির্ভর করে।

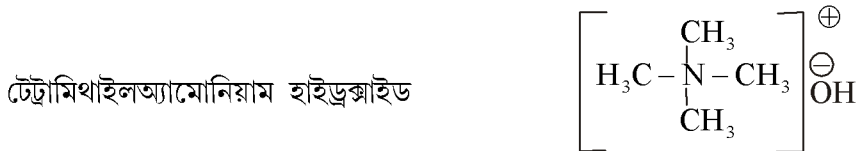
উদাহরণ : সোডিয়াম পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ কক্ষ থেকে একটি ইলেকট্রন ক্লোরিন পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ কক্ষে স্থানান্তরের মাধ্যমে সোডিয়াম আয়ন (Na^+) ও ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) গঠিত হয়। বিপরীত আধানবাহী সোডিয়াম ও ক্লোরাইড আয়ন নির্দিষ্ট দূরত্ব বজায় রেখে স্থির তাড়িতিক বলের মাধ্যমে একত্রে গ্রথিত থাকে।

কার্বন ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জনের মাধ্যমে অন্য কোন পরমাণুর সঙ্গে আয়নীয় বন্ধন গঠন করার প্রবণতা সাধারণ দেখায় না। তাই জৈব যৌগগুলি মূলত সমযোগী যৌগ। তবে জৈব ক্ষারকীয় যৌগগুলি

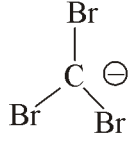
আয়নীয় লবণ হিসেবে থাকতে পারে। যেমন, অ্যানিলিনিয়াম ক্লোরাইড, , একটি আয়নীয় যৌগ। আবার বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে জৈব যৌগগুলি আয়নীয় জোট হিসেবে থাকতে পারে। এমন কয়েকটি উদাহরণ নীচে দেওয়া হল।



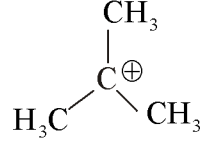
(এর গঠন সম্বন্ধে পরে জানবেন।)



আবার বিক্রিয়াকালে মধ্যস্থ (intermediate) পদার্থ হিসেবে জৈব যৌগ থেকে জৈব আয়ন উৎপন্ন হতে পারে। এইরূপ আয়ন হল কার্বানায়ন ও কার্বোক্যাটায়ন :



একটি কার্বানায়ন

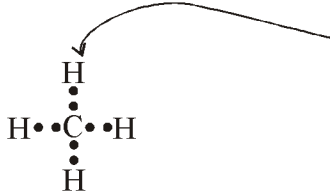


একটি কার্বোক্যাটায়ন

এগুলি বিক্রিয়া মাধ্যমে খুব ক্ষণস্থায়ী বিক্রিয়ার মধ্যস্থ পদার্থ হিসেবে উৎপন্ন হয় এবং সাধারণত বিপরীত আয়নের সঙ্গে আয়ন-যুগল হিসেবে অবস্থান করে। দ্রুত বিক্রিয়া করে এগুলি সুস্থির বিক্রিয়াজাত উৎপন্ন করে। কোন কোন ক্ষেত্রে এগুলি পৃথক করা সম্ভবপর হয়েছে। পরবর্তী এককে এগুলি সম্বন্ধে জানতে পারবেন।

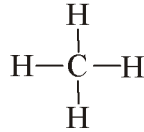
1.3.2 সমযোজ্যতা :

দুটি পরমাণুর মধ্যে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় সমভাবে বন্টিত হয়ে যে বন্ধন গঠিত হয়, তাকে সমযোজী বন্ধন বলে। প্রতিটি ইলেকট্রন-জোড় সংযোগী পরমাণু দুটির প্রতিটি থেকে আসা একটি করে ইলেকট্রন দিয়ে গঠিত হয়। সংযোগী পরমাণুদুটির মধ্যে ইলেকট্রন-জোড় সমভাবে বন্টিত হলে এক-বন্ধন, দুটি ইলেকট্রন জোড় সমভাবে বন্টিত হলে দ্বি-বন্ধন ও তিনটি ইলেকট্রন-জোড় সমভাবে বন্টিত হলে ত্রি-বন্ধন-এর সৃষ্টি হয়। যেমন, মিথেন গঠিত হয় একটি কার্বন পরমাণুর সঙ্গে চারটি হাইড্রোজেন পরমাণুর চারটি সমযোজী বন্ধন গঠনের মাধ্যমে :

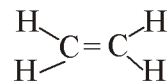
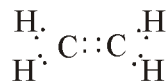


ইলেকট্রন-জোড় : একটি ইলেকট্রন কার্বন ও একটি ইলেকট্রন হাইড্রোজেন থেকে এসেছে।

এক সমযোজী বন্ধনকে সাধারণত একটি ড্যাশ (dash) চিহ্ন দিয়ে দেখানো হয়। যেমন মিথেনের চারটি সমযোজী বন্ধনকে এইভাবে দেখানো হয় :



একটি ড্যাশের অর্থ একটি ইলেকট্রন-জোড়। ইথিন ও ইথাইনের দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে যথাক্রমে দ্বি-বন্ধন ও ত্রি-বন্ধন আছে :



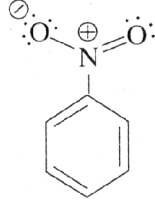
ইথিন



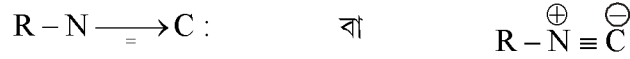
ইথাইন

এই এককেরই পরবর্তী অংশে কক্ষক (orbital) চিত্রের মাধ্যমে সমযোজী বন্ধন গঠন আলোচনা করা হল।
আগেই আপনারা জেনেছেন, প্রায় সব জৈব যৌগই সমযোজী বন্ধন দিয়ে গঠিত।

আর এক ধরনের বন্ধনকে অসমযোজী বন্ধন বলে। এটি সমযোজী বন্ধনেরই একটি বিশেষ প্রকাশ। এই বন্ধন গঠিত হয় এবং সংযোজী পরমাণুদ্বয়ের মধ্যে একটি পরমাণুর ইলেকট্রন-জোড় দানের মাধ্যমে। সংযোজী পরমাণু দুটির মধ্যে যেটি ইলেকট্রনযুগল দান করে সেটি ধনাত্মক এবং যেটি ইলেকট্রনযুগল গ্রহণ করে সেটি ঋণাত্মক আধানযুক্ত হয়। কিছু জৈব যৌগে এধরনের বন্ধন থাকে। নাইট্রোবেনজিনে এই ধরনের বন্ধন আছে।



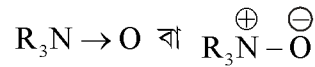
অবশ্য নাইট্রোবেনজিনে কার্বনের সঙ্গে অন্য কোন পরমাণুর এই ধরনের বন্ধন নাই। আইসোসায়ানাইড যৌগসমূহে নাইট্রোজেন ও কার্বনের মধ্যে একটি বন্ধন এই ধরনের বন্ধন :



দুটি সমযোজী ও একটি অসমযোজী বন্ধন

মনে রাখা দরকার, গঠিত হওয়ার পর সমযোজী ও অসমযোজী বন্ধনের মধ্যে কোন পার্থক্য থাকে না।

অনেক সময় অসমযোজী বন্ধনকে তীরচিহ্ন দিয়ে প্রকাশ করা হয়। তীরচিহ্ন যে পরমাণুটি গ্রহীতা তার দিকে থাকে। যেমন, অ্যামিন অক্সাইডকে (বা অন্য অসমযোজী যৌগকেও) দু'ভাবেই প্রকাশ করা যায় :



(R = অ্যালকিল মূলক)

1.4 সমযোজী বন্ধনের বৈশিষ্ট্য

সমযোজী বন্ধনের তিনটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য আছে।

(1) এইবন্ধন ত্রিমাত্রিক শূন্যে নির্দিষ্ট দিক-নির্দেশী,

(2) এই বন্ধনের নির্দিষ্ট বন্ধন-দূরত্ব আছে,

(3) এই বন্ধনের নির্দিষ্ট বন্ধন-শক্তি আছে

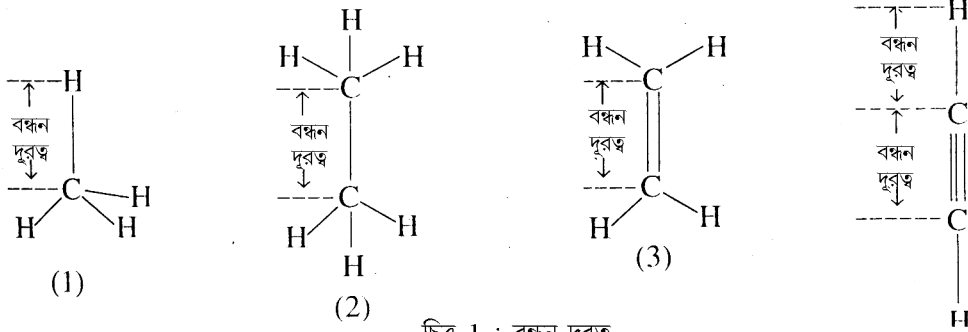
সমযোজী বন্ধন নির্দিষ্ট দিক-নির্দেশী এবং নির্দিষ্ট দূরত্ব সম্পন্ন হওয়ার জন্য সমযোজী বন্ধন দিয়ে গঠিত অণুগুলি নির্দিষ্ট জ্যামিতিক আকৃতিবিশিষ্ট হয়। এই অণুগুলির ধর্ম তাদের জ্যামিতিক আকৃতির উপর অনেকাংশে নির্ভরশীল।

1.4.1 বন্ধন-দূরত্ব (Bond length) :

কোন অণুতে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ দুটি নির্দিষ্ট পরমাণুর কেন্দ্রকদ্বয়ের কেন্দ্রবিন্দু দুটির মধ্যে দূরত্বকে বন্ধন-দূরত্ব বলে। যেমন, হাইড্রোজেন ক্লোরাইড অণুর হাইড্রোজেন-কেন্দ্রক ও ক্লোরিন-কেন্দ্রকদ্বয়ের কেন্দ্রবিন্দু দুটির মধ্যে দূরত্ব হল হাইড্রোজেন-ক্লোরিন বন্ধন-দূরত্ব :



আর কয়েকটি বন্ধন-দূরত্ব নিচের চিত্রে দেখানো হল :



চিত্র 1 : বন্ধন-দূরত্ব

অণুগুলির আকৃতি সংকরায়ণ অংশটি পড়ার পর বুঝতে পারবেন। এখানে অণুগুলির প্রকৃতি জ্যামিতিক আকৃতি দেখানো হয়েছে।

সমযোজী বন্ধন দিয়ে যুক্ত পরমাণুদুটির মধ্যে দূরত্ব অপরিবর্তনীয় নয়। কারণ অণুটি সর্বদাই স্পন্দিত হতে থাকে। পরিমাপ করে যে মানটি পাওয়া যায় সেটি গড় মান। কিন্তু বিভিন্ন অণুতে একই বন্ধনের বন্ধন-দূরত্ব মোটামুটিভাবে অপরিবর্তনীয়ই থাকে। বন্ধন-দূরত্ব কোন অণুর বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম। কার্বনের সঙ্গে অন্য কোন পরমাণুর বন্ধন-দূরত্ব কার্বনের সংকরায়ন স্তরের (State of hybridisation) উপরের মূলত নির্ভর করে এবং অন্য কোন কারণে প্রভাবিত হয় না বললেই চলে (কার্বনের সংকরায়ন আলোচনার জন্য এই এককের পরবর্তী অংশ দেখুন)।

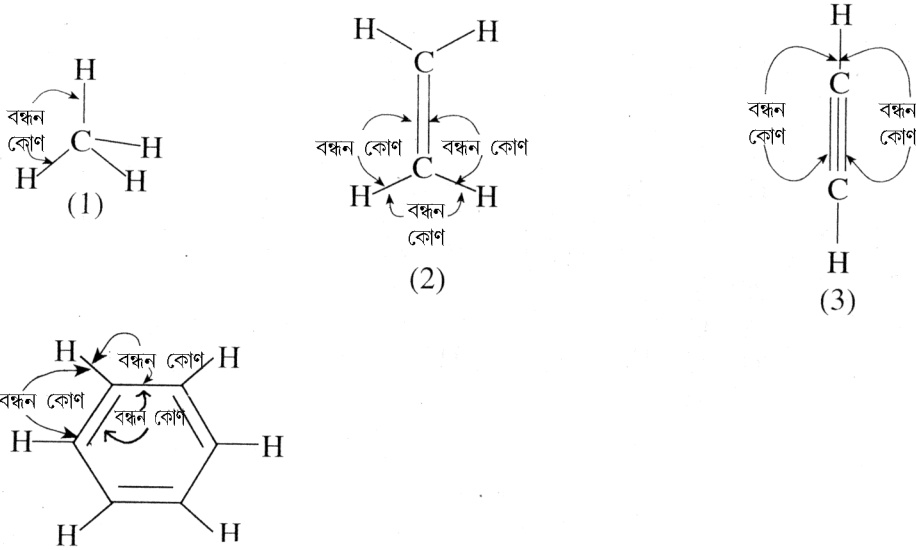
নিচের তালিকায় কিছু বন্ধন-দূরত্বের মান দেওয়া হল :

তালিকা—1 : কার্বনের সংকরায়ণ স্তর, বন্ধন ও বন্ধন-দূরত্ব

কার্বনের সংকরায়ণ স্তর	বন্ধন	বন্ধন-দূরত্ব (pm)	কার্বনের সংকরায়ণ স্তর	বন্ধন	বন্ধন-দূরত্ব (pm)
Sp ³	C-H	109	sp ³ -sp ³	C-C	154
Sp ²	C-H	108.6	sp ³ -sp ²	C-C	150
Sp	C-H	106	sp ³ -sp	C-C	147
Sp ² -sp ²	C-C	146	sp ³ -sp ³	C-O	142
Sp-sp	C≡C	120	sp ² -sp ²	C=O	122

1.4.2 বন্ধন-কোণ (Bond angle) :

কোন অণুতে একই পরমাণুর দুটি সমযোজী বন্ধনের মধ্যে কোণকে বন্ধন-কোণ বলা হয়। নিচের উদাহরণগুলি লক্ষ্য করুন :



চিত্র 2 : বন্ধন-কোণ

বন্ধন-কোণও কোন অণুর বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম। এই এককের পরবর্তী অংশে বিভিন্ন অণুর জ্যামিতিক আকৃতি ও বন্ধন-কোণগুলির মান দেওয়া হল।

অনুশীলনী 2

- জৈব যৌগগুলি মূলত কি ধরনের বন্ধন দিয়ে গঠিত।
- সমযোজী বন্ধনের তিনটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য কি?

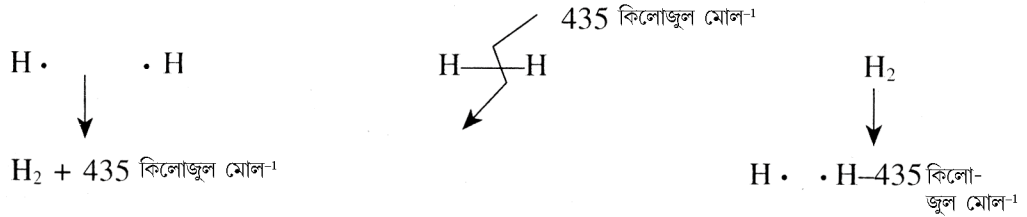
- (iii) বিভিন্ন জৈব যৌগে বিভিন্ন কার্বন-কার্বন এক সমযোজী বন্ধনের মান কি সমান হবে?
 (iv) কার্বনের সঙ্গে অন্য পরমাণুর বন্ধন-দূরত্ব মূলত কিসের উপর নির্ভর করে?
 (v) তড়িৎযোজ্যতা ও সমযোজ্যতার মধ্যে মূল প্রভেদ কী?

1.4.3 বন্ধন-বিয়োজন শক্তি (D) ও বন্ধন-শক্তি (E) (bond dissociation energy (D) and bond energy (E)]

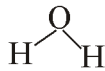
দুটি বিচ্ছিন্ন পরমাণু সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হলে শক্তি নির্গত হয়। সুতরাং ঐ দুটি পরমাণুর মধ্যকার সমযোজী বন্ধনকে বিভাজিত করতে সমপরিমাণ শক্তি শোষিত হতে হবে।



যেমন, গ্যাসীয় অবস্থায় 1 মোল হাইড্রোজেন অণুকে বিভাজিত করে গ্যাসীয় অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণুতে পরিবর্তিত করতে 435 কিলোজুল শক্তি প্রয়োজন হয়।



হাইড্রোজেন অণু দ্বিপরিমাণুক—এখানে একটিই H—H বন্ধন আছে। কিন্তু জল অণুতে দুটি O—H বন্ধন আছে।

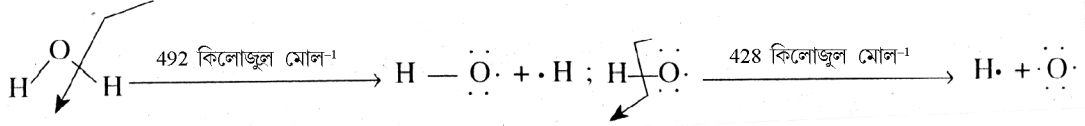


এখন প্রশ্ন হল দুটি O—H সমযোজী বন্ধনকে বিভাজিত করতেই কি সমপরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হবে? একটি সমযোজী O—H বন্ধনকে বিভাজিত করার পর অবস্থা দাঁড়ায়।



স্পষ্টতই এই O—H সমযোজী বন্ধনটির রাসায়নিক পরিবেশ আলাদা। তাই এই O—H সমযোজী বন্ধনকে সমবিভাজিত করতে ভিন্ন পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হবে। প্রথম O—H সমযোজী বন্ধনকে সমবিভাজিত

করতে প্রয়োজন হয় 492 কিলোজুল মোল⁻¹ শক্তির এবং দ্বিতীয় O—H সমযোজী বন্ধনকে সমবিভাজিত করতে 429 কিলোজুল মোল⁻¹ শক্তির প্রয়োজন হয়।



এখন আমরা এই দুটি মানের গড় নিয়ে কোন O—H বন্ধনকে বিভাজিত করতে কত গড় শক্তির প্রয়োজন হয় তা নির্ণয় করতে পারি। আবার O—H বন্ধন অন্যান্য অণুতেও উপস্থিত আছে। এই O—H বন্ধনগুলিকেও ধরে গড়ে 1 মোল O—H বন্ধনকে সমবিভাজিত করতে কত শক্তির প্রয়োজন হয় নির্ণয় করা যায়।

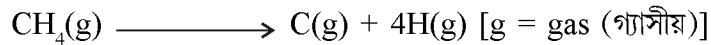
তাহলে অণুর মধ্যে নির্দিষ্ট একটি সমযোজী বন্ধনকে সমবিভাজিত করতে ও বহুসংখ্যক বিভিন্ন অণুর মধ্যে একই সমযোজী সমবিভাজিত করতে বিভিন্ন পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয়। প্রথমোক্তকে বলা হয় **বন্ধন-বিয়োজন শক্তি** (bond dissociation energy, D) এবং শেষোক্তটিকে বলা হয় **বন্ধন-শক্তি** (bond energy, E) এবং বন্ধন-বিয়োজন শক্তি ও বন্ধন-শক্তির মধ্যে পার্থক্য করা হয়। গণনার সময় সাধারণত বন্ধন শক্তি ব্যবহার করা হয়।

বন্ধন বিয়োজন শক্তি (D) : কোন নির্দিষ্ট অণুতে একটি নির্দিষ্ট সমযোজী বন্ধনকে সমবিভাজিত করতে মোল প্রতি যে শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে **বন্ধন-বিয়োজন শক্তি** বলে। অণুটি এবং সমবিভাজিত পদার্থগুলিকে গ্যাসীয় অবস্থায় নিয়ে গণনা করা হয়। এতে অণুটি এবং বিভাজিত পদার্থগুলি পরিবেশজনিত অন্যান্য, আকর্ষণ-বিকর্ষণ বল থেকে মুক্ত থাকে।

বন্ধন-শক্তি (E) : বহুসংখ্যক বিভিন্ন অণুর মধ্যে একই ধরনের সমযোজী বন্ধনের সমবিভাজন ঘটাতে মোল প্রতি গড়ে যে শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে **বন্ধন-শক্তি** বলে। এখানেও অণু এবং বিভাজিত পদার্থগুলিকে গ্যাসীয় অবস্থায় নিয়ে গণনা করা হয়।

বিভিন্ন অণুর ক্ষেত্রে কোন বন্ধন-শক্তির মান একেবারে সঠিক হয় না। এই মান মোটামুটিভাবে ঠিক। এই মানের পার্থক্য মোটামুটিভাবে 10 কিলোজুল মোল⁻¹ -এর মধ্যেই থাকে।

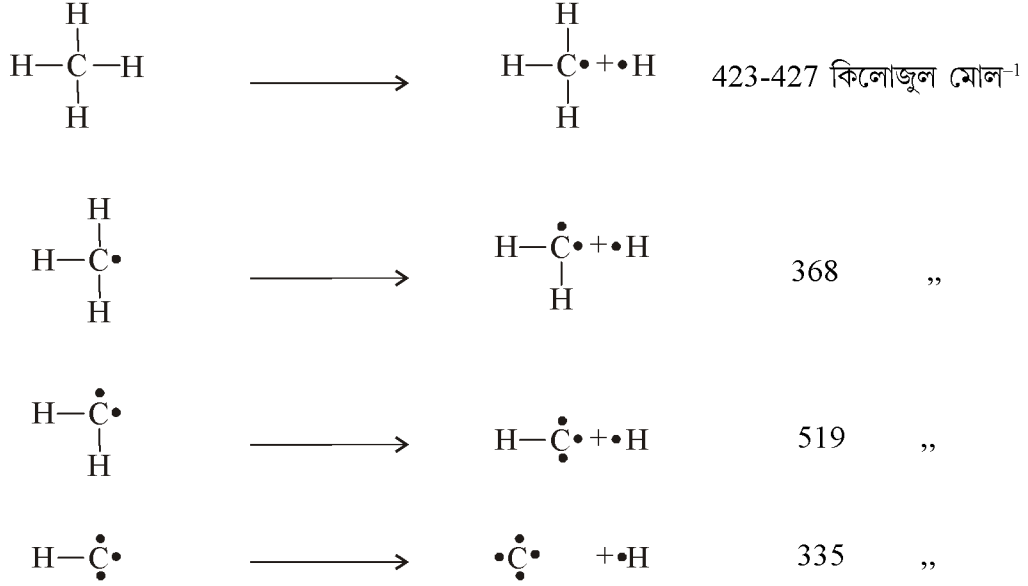
মিথেনের ক্ষেত্রে 0K তাপমাত্রায় নিচের পরিবর্তনটি ঘটাতে 1664 কিলোজুল মোল⁻¹ শক্তির প্রয়োজন



হয় সুতরাং 0K তাপমাত্রায় মিথেনের বন্ধন-শক্তি হল এর এক-চতুর্থাংশ, অর্থাৎ 1664/4 বা 411 কিলোজুল মোল⁻¹।

কিন্তু মিথেনের চারটি C—H বন্ধনকে চারটি আলাদা ধাপে বিভাজিত করতে প্রতিটি ধাপে ভিন্ন ভিন্ন শক্তির প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ চারটি C—H বন্ধনের বন্ধন-বিয়োজন শক্তির মান ভিন্ন ভিন্ন।

বন্ধন-বিয়োজন শক্তি



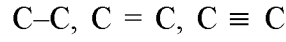
তালিকা 2-তে কিছু বন্ধনের বন্ধন-শক্তির মান দেওয়া হল।

তালিকা-2 : কিছু গুরুত্বপূর্ণ বন্ধনের ক্ষেত্রে 25° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় বন্ধন-শক্তি (E)-র মান। এই মান বহুসংখ্যক যৌগের থেকে নির্ণয় করা গড় মান।

রাসায়নিক বন্ধন	বন্ধন-শক্তি (কিলোজুল মোল ⁻¹)	রাসায়নিক বন্ধন	বন্ধন-শক্তি (কিলোজুল মোল ⁻¹)
O—H	460–464		
C—H	400–415	C ≡ C	835
N—H	390	C = C	610–630
C—O	355–380	C—C	345–355
C—C	345–355	C ≡ C	854
C—N	290–315	C = O	724–757

অনুশীলনী 3

(i) নিচের বন্ধনগুলির মধ্যে কোনটির বন্ধন-শক্তি সবথেকে কম এবং কোনটির সবথেকে বেশি?



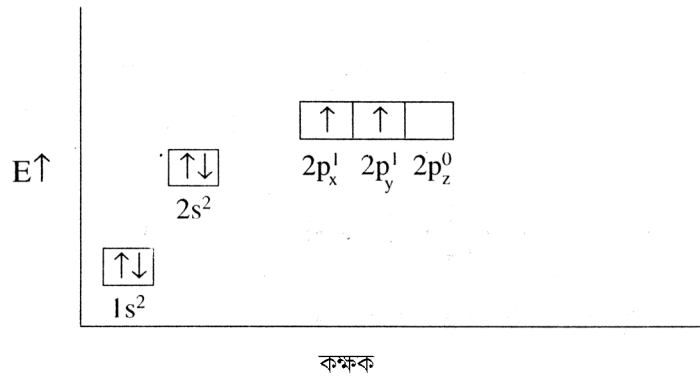
(ii) CCL_4 -এর C-Cl বন্ধন-বিয়োজন শক্তির মান চারটি; কিন্তু বন্ধন-শক্তির মান একটিই কেন?

(iii) তালিকা 2 ব্যবহার করে বলুন CH_3OH -এর কোন বন্ধন বিভাজিত করতে সবথেকে কম শক্তির প্রয়োজন?

(iv) কোন ধরনের অণুর ক্ষেত্রে বন্ধন-শক্তির মান সমান হবে?

1.5 কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস ও কার্বনের যোজ্যতা

স্থিতাবস্থায় (Ground state) কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস হল : $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$



চিত্র 3 : কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস

[বাস্তু \square দিয়ে পরমাণু কক্ষক (atomic orbital) এবং তীরচিহ্ন (\uparrow বা \downarrow) দিয়ে ইলেকট্রনের বিপরীতমুখী ঘূর্ণন বোঝান হয়েছে।]

অর্থাৎ কার্বনের 1s কক্ষকে ও 2s কক্ষকে 2টি করে ইলেকট্রন এবং $2p_x$ ও $2p_y$ কক্ষকে 1টি করে ইলেকট্রন আছে।

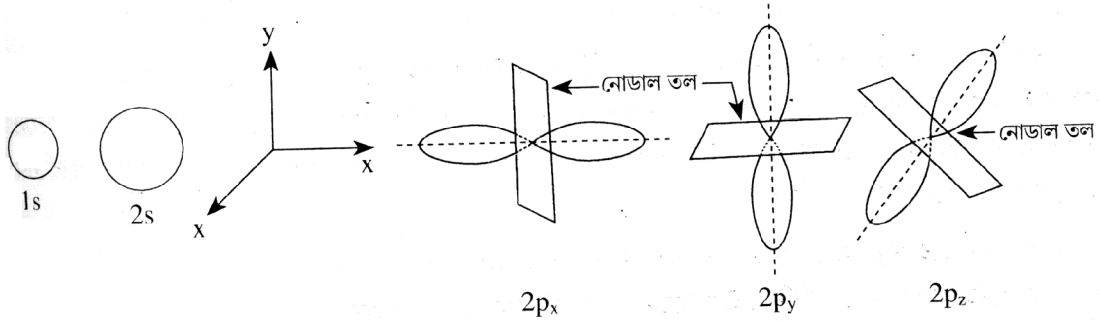
Hand-এর নিয়মানুসারে কোন কক্ষকে দুটির বেশি ইলেকট্রন থাকতে পারে না।

কক্ষক হল কেন্দ্রকের চতুর্দিকের একটি ত্রিমাত্রিক স্থান, যেখানে বিশেষ কোয়ান্টায়িত শক্তিস্তরবিশিষ্ট একটি ইলেকট্রন থাকার সম্ভাব্যতা সবথেকে বেশি—কক্ষক আকার (size), আকৃতি (shape) এবং ত্রিমাত্রিক শূন্যে অভিবিন্যাস (orientation) সম্পন্ন।

1s ও 2s কক্ষক কেন্দ্রকের চারিদিকে সুসমঞ্জস বর্তুলাকৃতি (spherically symmetrical), তবে 2s কক্ষক কেন্দ্রক থেকে বেশি দূরে বিস্তৃত। তাই 2s কক্ষকটি 1s কক্ষক থেকে বড় আকৃতিবিশিষ্ট। তিনটি 2p

কক্ষকের আকৃতি একই এবং শক্তিস্তরও একই (degenerate orbitals), কিন্তু এদের ত্রিমাত্রিক শূন্যে অভিবিন্যাস আলাদা। এরা প্রকৃতপক্ষে x , y ও z এই তিন অক্ষ বরাবর পরস্পরের সঙ্গে লম্বভাবে (সমকোণে) অবস্থান করে এবং এদের $2p_x$, $2p_y$, ও $2p_z$ কক্ষক বলা হয়। এই কক্ষকগুলি হল ডাম্বেলাকৃতি।

$2p_x$ কক্ষকের ক্ষেত্রে কেন্দ্রকগামী এবং x -অক্ষের সঙ্গে কমকোণ একটি তল থাকে, যেখানে ইলেকট্রন থাকার সম্ভাবনা নাই। $2p_y$ ও $2p_z$ কক্ষকের ক্ষেত্রেও যথাক্রমে y ও z -অক্ষের সঙ্গে সমকোণে এইরূপ তল থাকে। এই তলগুলিকে নোডাল তল (nodal plane) বলে। এই তল প্রতিটি ডাম্বেলকে দুটি সম অর্ধে ভাগ করে। $1s$, $2s$, $2p_x$, $2p_y$ ও $2p_z$ পারমাণবিক কক্ষকগুলি নিচে দেখানো হল :



নোডাল তল

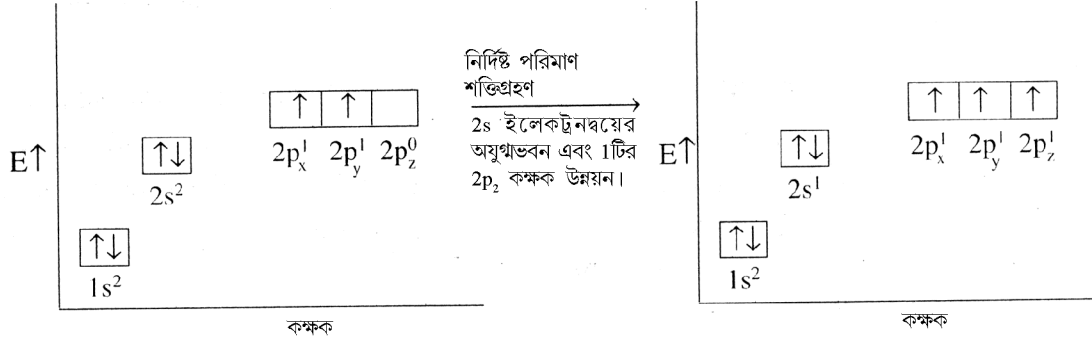
চিত্র 4 : s ও p পরমাণু কক্ষক

স্থিতাবস্থায় কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস থেকে দেখা যায় যে, কার্বনের সর্ববহিঃস্থ কক্ষে 2টি অযুগ্ম ইলেকট্রন আছে। একটি করে ইলেকট্রনযুক্ত এই $2p_x$ ও $2p_y$ কক্ষক দুটি অন্য পরমাণুর উপযুক্ত কক্ষকের সঙ্গে অভিলেপন করে দুটি সমযোজী বন্ধন গঠন করতে পারে। অর্থাৎ স্থিতাবস্থায় কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস অনুযায়ী কার্বনের অল্পসংখ্যক অণুতে কার্বন দ্বি-সমযোজী হলেও প্রায় সব জৈব যৌগেই কার্বন চতুঃসমযোজী। কীভাবে কার্বনের এই চতুঃসমযোজ্যতা ব্যাখ্যা করা যায়?

1.5.1 কার্বনের চতুঃসমযোজ্যতার ব্যাখ্যা :

বিক্রিয়ার সময় স্থিতাবস্থায় অবস্থিত কার্বন নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তিগ্রহণ করার ফলে কার্বনের $2s$ কক্ষকের ইলেকট্রন দুটি অযুগ্ম হয় এবং $2s$ কক্ষক থেকে একটি ইলেকট্রন $2p_z$ কক্ষকে উন্নীত হয়। অর্থাৎ নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তিগ্রহণ করে কার্বন স্থিতাবস্থা থেকে উদ্দীপ্ত অবস্থায় (excited state) উন্নীত হয়। উদ্দীপ্ত

অবস্থায় কার্বনের সর্ব বহিঃস্থ কক্ষের চারটি কক্ষকে অর্থাৎ, $2s$, sp_x , sp_y ও $2p_z$ কক্ষকে একটি করে মোট চারটি অযুগ্ম ইলেকট্রন থাকে। নিচের চিত্রে (চিত্র 5) বিষয়টি দেখানো হল :



চিত্র 5 : কার্বনের স্থিতাবস্থা থেকে উদ্দীপ্ত অবস্থায় উন্নয়ন

একটি করে ইলেকট্রনযুক্ত কার্বনের এই চারটি পারমাণবিক কক্ষকের অর্থাৎ, $2s$, $2p_x$, $2p_y$ এবং $2p_z$ কক্ষকের অপর পরমাণুর উপযুক্ত কক্ষকের মাথায়-মাথায় বা আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপনের ফলে চারটি সমযোজী বন্ধন গঠন সম্ভব। অর্থাৎ, কার্বনের এই উদ্দীপ্ত অবস্থার ইলেকট্রন-বিন্যাসের সাহায্যে কার্বনের চতুঃসমযোজ্যতা ব্যাখ্যা করা সম্ভব।

কার্বনের এই চতুঃসমযোজ্যতার ব্যাখ্যা গ্রহণযোগ্য হলেও জৈব যৌগের গঠন এইভাবে ব্যাখ্যা করা যায় না। যেমন, মিথেন অণুতে চারটি হাইড্রোজেন পরমাণুই সমতুল্য এবং মিথেন অণুর জ্যামিতিক আকৃতি হল সুসম চতুস্তলকীয়। এই তথ্য শুধু উদ্দীপ্ত অবস্থার কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস দিয়ে ব্যাখ্যা করা সম্ভব নয়। কার্বন তিনটি $2p$ কক্ষক ও 1টি $2s$ কক্ষক দিয়ে চারটি সমযোজী বন্ধন গঠন করলে 3টি $2p$ কক্ষক দিয়ে গঠিত বন্ধন তিনটি পরস্পর সমকোণ তিনটি দিকে নির্দেশিত থাকবে এবং বর্তুলাকৃতি $2s$ কক্ষক দিয়ে গঠিত সমযোজী বন্ধনটি দিক-নির্দেশী হবে না। অর্থাৎ এইভাবে গঠিত কার্বনের চারটি সমযোজী বন্ধন সমতুল্য হবে না এবং এই চারটিবন্ধনের দিক-নির্দেশ একটি সুসম চতুস্তলকের চারটি কোণার দিকেও হবে না।

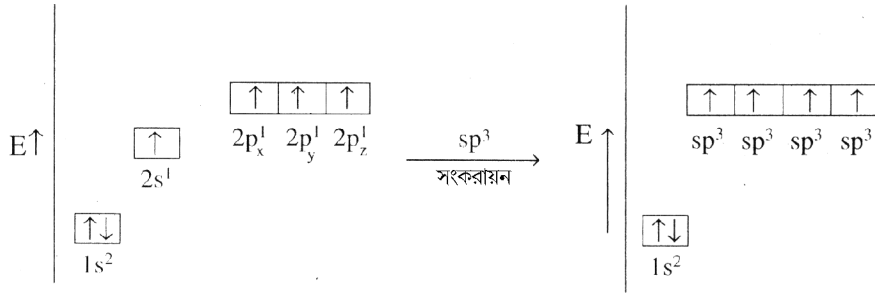
অনুশীলনী 4

স্থিতাবস্থায় কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস ও উদ্দীপ্ত অবস্থায় কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস লিখুন। উদ্দীপ্ত অবস্থার কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস দিয়ে মিথেনে কার্বনের চতুঃসমযোজ্যতার ব্যাখ্যা দেওয়া যায় না কেন?

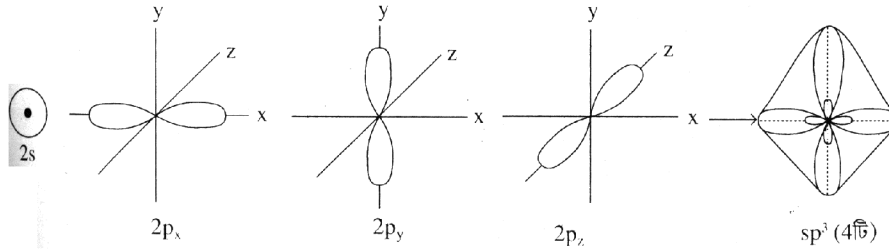
1.5.2 কার্বনের চারটি সমতুল্য সমযোজী বন্ধনের ব্যাখ্যা : সংকরায়ন তত্ত্ব বা হাইব্রিডিজেশন (Hybridisation) তত্ত্ব :

সংকরায়ন বা হাইব্রিডিজেশন তত্ত্বের সাহায্যে কার্বনের চারটি সমতুল্য সমযোজী বন্ধনের ব্যাখ্যা

দেওয়া যায়। এটি একটি গাণিতিক তত্ত্ব। এখানে গুণগতভাবে ব্যাখ্যাটি উপস্থাপনা করা হল। কার্বন চারটি যতগুলি পারমাণবিক কক্ষকের পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয়ে চারটি সমযোজী বন্ধন গঠন করার সময় এই সংকরায়ন ঘটে ততগুলি সমতুল্য তত্ত্ব অনুসারে উদ্দীপ্ত অবস্থায় কার্বনের 1টি 2s ও 3টি 2p কক্ষকের সংকরায়িত কক্ষক উৎপন্ন হয়। সংকরায়ণ ঘটে। ফলে চারটি সমতুল্য পারমাণবিক কক্ষক গঠিত হয়। 1টি 2s ও 3টি 2p পারমাণবিক কক্ষকের সংকরায়নের ফলে উৎপন্ন হয় বলে নতুন এই চারটি সমতুল্য পারমাণবিক কক্ষককে sp^3 (উচ্চারণ করা হয় এস পি থ্রি) পারমাণবিক কক্ষক sp^3 -সংকরায়িত কক্ষকে s ও p বলা হয়। অর্থাৎ 1টি 2s ও 3টি 2p ($2p_x$, $2p_y$ ও $2p_z$) কক্ষকের পারমাণবিক কক্ষকগুলির স্বকীয় সংকরায়নের ফলে 4টি সমতুল্য sp^3 সংকরায়িত কক্ষক গঠিত হয়। এই বৈশিষ্ট্য থাকে না। চারটি sp^3 সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক একটি কাল্পনিক সুষ্ম চতুস্তলকের 4টি কোণার দিকে প্রসারিত থাকে। কাল্পনিক চতুস্তলকটির কেন্দ্রে থাকে কার্বনের কেন্দ্রক। প্রতিটি sp^3 সংকরায়িত কক্ষকে একটি করে ইলেকট্রন থাকে। নিচের চিত্রে বিষয়টি দেখান হল :



চিত্র 6 (i) : কার্বনের sp^3 সংকরায়ণ



চিত্র 6 (ii) : কার্বনের sp^3 সংকরায়ণ (কক্ষক চিত্র)

s, p ও sp^3 পারমাণবিক কক্ষকগুলির তুলনামূলক আকৃতি নিচে দেখান হল :



চিত্র 7 : s, p ও sp^3 কক্ষকগুলির তুলনামূলক আকৃতি

এখানে আর একটি প্রশ্ন ওঠা স্বাভাবিক। কার্বন কেন স্থিতাবস্থার সুস্থিতি বর্জন করে শক্তি গ্রহণ করে উদ্দীপ্ত অবস্থায় গিয়ে শেষ পর্যন্ত 4টি sp^3 সংকরায়িত কক্ষক গঠন করবে? এর কারণ হল এই চারটি sp^3 কক্ষক

ব্যবহার করে 4টি সমযোজী বন্ধন গঠন করার সময় যে শক্তি নির্গত হয় তা কার্বন যে শক্তি গ্রহণ করে তার থেকেও বেশি। অর্থাৎ, শেষ পর্যন্ত আরও বেশি সুস্থিতি অর্জন করে বলে কার্বন তার প্রারম্ভিক সুস্থিতিকে বর্জন করে।

1.5.3 সমযোজী বন্ধন গঠন : পারমাণবিক কক্ষকগুলির মধ্যে অভিলেপন (Overlap) :

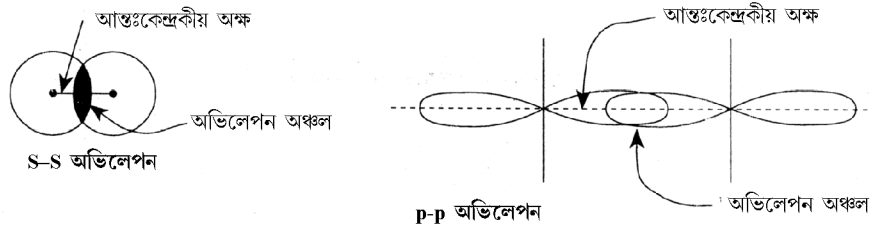
দুটি ভিন্ন পরমাণুর প্রতিটির একটি করে পারমাণবিক কক্ষকের পারস্পরিক অভিলেপনের ফলে পরমাণুদুটির মধ্যে সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। অভিলেপনে অংশগ্রহণকারী পারমাণবিক কক্ষকগুলি বিশুদ্ধ পারমাণবিক কক্ষক, যেমন s, p ইত্যাদি হতে পারে, আবার সংকরায়িত বা হাইব্রিড পারমাণবিক কক্ষক, যেমন, sp^3 হতে পারে।

দুটি ভিন্ন পারমাণবিক কক্ষকদ্বয়ের অভিলেপন দুভাবে হতে পারে :

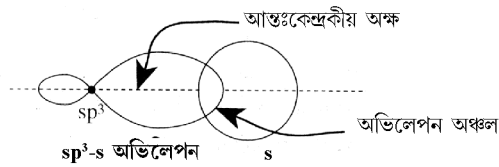
(1) দুটি ভিন্ন পরমাণুর কক্ষকদ্বয়ের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর বা মাথায়-মাথায় অভিলেপনের মাধ্যমে সমযোজী বন্ধন গঠন : σ (সিগমা)-বন্ধন গঠন

দুটি ভিন্ন পরমাণুর দুটি পারমাণবিক কক্ষক পরস্পর আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর বা মাথায়-মাথায় অভিলেপন করে পরমাণুদুটির মধ্যে সমযোজী বন্ধন গঠন করতে পারে। অংশগ্রহণকারী পরমাণুদুটি একই মৌলের বা দু'টি বিভিন্ন মৌলের হতে পারে। অভিলেপনে অংশগ্রহণকারী পারমাণবিক কক্ষকদুটি বিশুদ্ধ পারমাণবিক কক্ষক, একটি বিশুদ্ধ ও একটি সংকরায়িত বা দুটিই সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক হতে পারে। নিচের চিত্রে এই অভিলেপনের মাধ্যমে সমযোজী বন্ধন গঠন দেখানো হল :

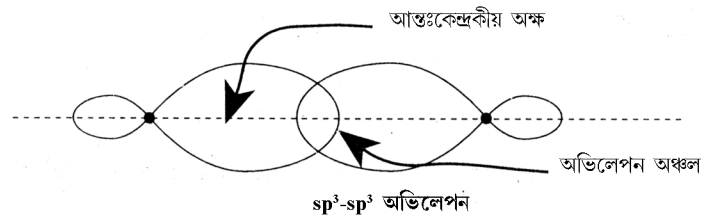
(i) বিশুদ্ধ পারমাণবিক কক্ষকের অভিলেপন



(ii) 1টি বিশুদ্ধ ও 1টি সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষকের অভিলেপন



(iii) 2টি সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষকের মধ্যে অভিলেপন



দুটি পারমাণবিক কক্ষকের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর বা মাথায়-মাথায় অভিলেপনের ফলে যে সমযোজী বন্ধন গঠিত হয় তাকে σ -বন্ধন (সিগ্‌মা বন্ধন) বলে। σ -বন্ধনযুক্ত ইলেকট্রন দুটিকে σ -ইলেকট্রন (সিগ্‌মা ইলেকট্রন) বলে।

দুটি পারমাণবিক কক্ষকের মধ্যে যত বেশি মাত্রায় অভিলেপন ঘটে পরমাণুদুটির মধ্যে বন্ধনও তত শক্তিশালী হয়। বিভিন্ন পারমাণবিক কক্ষকের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর আপেক্ষিক অভিলেপন-ক্ষমতা গণনা করা হয়েছে। এই আপেক্ষিক অভিলেপন-ক্ষমতা হল :

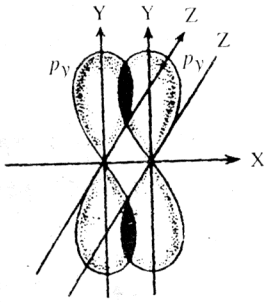
$$\begin{aligned} s &= 1.00 & sp^2 &= 1.99 \\ p &= 1.72 & sp^3 &= 2.00 \\ sp &= 1.93 \end{aligned}$$

আবার p-পারমাণবিক কক্ষক ত্রি-মাত্রিক শূন্য নির্দিষ্ট দিক-নির্দেশী, কিন্তু s-পারমাণবিক কক্ষক তা নয়। তাই দুটি 2p-পারমাণবিক কক্ষকের মধ্যে মাথায়-মাথায় (আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর) অভিলেপন s-s বা s-p অভিলেপনের ফলে উৎপন্ন σ -বন্ধনের থেকে বেশি শক্তিশালী হয়। প্রকৃতপক্ষে σ -বন্ধনের শক্তির ক্রম হল :

$$p-p > s-p > s-s$$

(1) পারমাণবিক কক্ষকদ্বয়ের পরস্পর সমান্তরাল বা পাশাপাশি অভিলেপন : π -বন্ধন ও π -ইলেকট্রন

দুটি ভিন্ন পরমাণুর কক্ষকদ্বয়ের সমান্তরাল বা পাশাপাশি অভিলেপনের মাধ্যমে যে সমযোজী বন্ধন গঠিত



চিত্র 9 : π -বন্ধন গঠন

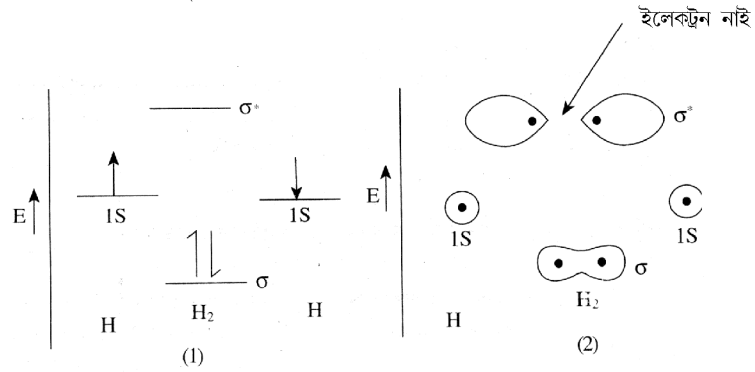
হয় তাকে π -বন্ধন (পাই বন্ধন) বলে। π -বন্ধনের ইলেকট্রনদুটিকে π -ইলেকট্রন (পাই ইলেকট্রন) বলা হয়। দুটি পরমাণুর মধ্যে σ -বন্ধন গঠিত হওয়ার পরেই π -বন্ধন গঠিত হতে পারে। দুটি পারমাণবিক কক্ষকের মধ্যে অভিলেপন যত বেশি হয় π -বন্ধনও তত শক্তিশালী হয়। অভিলেপন সব থেকে বেশি হয় যখন কক্ষক দুটি একেবারে সমান্তরাল থাকে। পাশাপাশি সমান্তরাল দুটি p-কক্ষকের অভিলেপনের ফলে π -বন্ধন গঠিত হয়। দুটি পারমাণবিক কক্ষকের পাশাপাশি অভিলেপন থেকে আন্তঃ কেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপন অনেক বেশি কার্যকরী। তাই π -বন্ধন σ -বন্ধনের থেকে দুর্বল।

1.5.4 পারমাণবিক কক্ষক থেকে আণবিক কক্ষক গঠন :

যখন দুটি পরমাণু পরস্পরের যথেষ্ট কাছে চলে আসে গণনার সাহায্যে দেখানো হয়েছে যে তখন পরমাণুদুটির পারমাণবিক কক্ষকদ্বয়ের পরিবর্তে দুটি আণবিক কক্ষক গঠিত হয়। এই দুটি আণবিক কক্ষকের মধ্যে একটির শক্তি পারমাণবিক কক্ষকের শক্তির থেকে কম এবং অপরটির শক্তি পারমাণবিক কক্ষকের

শক্তির থেকে বেশি হয়। এই নতুন দুটি আণবিক কক্ষক দুটি পরমাণুকেই বেষ্টিত করে থাকে। যে আণবিক কক্ষকের শক্তি পারমাণবিক কক্ষকের শক্তি থেকে কম তাকে বন্ধনীয় আণবিক কক্ষক (bonding molecular orbital) আর যে আণবিক কক্ষকের শক্তি পারমাণবিক কক্ষকের থেকে বেশি তাকে প্রতিবন্ধনীয় আণবিক কক্ষক (antibonding molecular orbital) বলা হয়। আণবিক কক্ষকগুলিও পারমাণবিক কক্ষকগুলির মতই দুটি পর্যন্ত ইলেকট্রন ধারণ করতে পারে। আণবিক কক্ষকগুলিও শক্তির ক্রম অনুসারে ইলেকট্রন দিয়ে পূর্ণ হয়। যে কোন উচ্চতর শক্তিসম্পন্ন আণবিক কক্ষকে প্রবেশ করার আগে ইলেকট্রন প্রথমে সম্ভাব্য নিম্নতর শক্তির আণবিক কক্ষকে প্রবেশ করে। যেমন, দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু যথেষ্ট নিকটবর্তী হলে তাদের দুটি 1s পারমাণবিক কক্ষকের পরিবর্তে দুটি আণবিক কক্ষক গঠিত হয়। নিম্নতর শক্তির আণবিক কক্ষকটি হল বন্ধনীয় আণবিক কক্ষক। একে বলে σ (সিগমা)-আণবিক কক্ষক। উচ্চতর শক্তির আণবিক কক্ষকটি হল প্রতিবন্ধনীয় আণবিক কক্ষক। একে বলে σ^* -আণবিক কক্ষক। হাইড্রোজেন অণুতে 2 টি ইলেকট্রন আছে এবং স্থিতাবস্থায় এই দুটি ইলেকট্রনই থাকে বন্ধনীয় (σ) কক্ষকে।

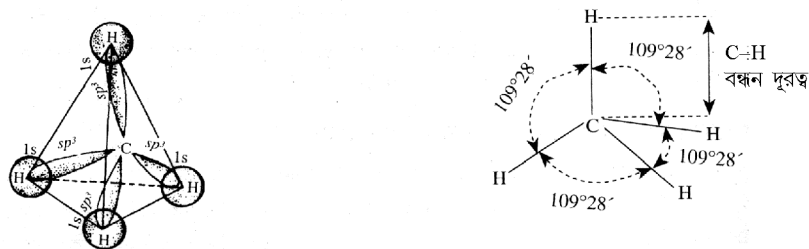
নিচের চিত্রে বিষয়টি দেখানো হল :



চিত্র 10 : (ক) আণবিক কক্ষক গঠন

1.5.5 মিথেনের কক্ষক চিত্র—মিথেনের আকৃতি

মিথেন গঠনের সময় কার্বন sp^3 সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক ব্যবহার করে। কার্বনের sp^3 সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষকের সঙ্গে হাইড্রোজেনের 1s কক্ষকের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপন ঘটে। এইভাবে চারটি কার্বন-হাইড্রোজেন σ -বন্ধন গঠিত হয়।

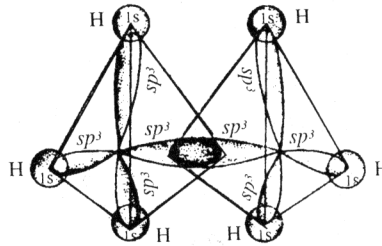


চিত্র 11 : মিথেনের কক্ষক চিত্র

কার্বনের 4টি সমতুল্য পারমাণবিক কক্ষক একটি কাল্পনিক চতুস্তলকের চারটি কোণার দিকে নির্দেশিত থাকে। এই চারটি সমতুল্য পারমাণবিক কক্ষক ব্যবহারের মাধ্যমে মিথেন অণু গঠিত হওয়ার ফলে চারটি চারটি sp^3 সংকরায়িত কক্ষকের প্রত্যেকটিতে একটি একই ধরনের সমতুল্য C—H σ -বন্ধন গঠিত হয় এবং করে ইলেকট্রন আছে। ইলেকট্রন অপরা তড়িৎ বহন মিথেনের আকৃতিও হয় সুখম চতুস্তলকীয়। মিথেনের প্রতিটি করে। তাই কক্ষকগুলি অপরা তড়িৎধর্মী হয় এবং H—C—H বন্ধন কোণের মান $109^\circ 28'$ । যখন C চারটি একই ধরনের পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয়ে CX_4 অণু গঠন করে পরস্পর পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। এর ফলে sp^3 কক্ষকগুলি যদি সুখম চতুস্তলকের চারটি কোণার তখন অণুটির গঠন হয় সুখম চতুস্তলকীয় এবং প্রতিটি X—C—X বন্ধন-কোণের মান হয় $109^\circ 28'$ । পরমাণুগুলি একই ধরনের না হলে, অণুটি চতুস্তলকীয় হয়, কিন্তু সুখম চতুস্তলকীয় হয় না। বন্ধন-কোণগুলির মান চতুস্তলকীয় কোণ থেকে সামান্য কম-বেশি হয়।

1.5.6 ইথেনের কক্ষক চিত্র :

ইথেনে দুটি কার্বন পরমাণুই sp^3 -সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক ব্যবহার করে বন্ধন গঠন করে। দুটি কার্বন পরমাণুর 1টি করে sp^3 সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষকের পরস্পর আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপনের ফলে 1টি C—C σ -বন্ধন গঠিত হয়। দুটি কার্বনের অবশিষ্ট 3টি করে sp^3 সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষকের প্রতিটির সঙ্গে 1টি করে হাইড্রোজেনের 1s কক্ষকের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপনের ফলে মোট 6টি C—H σ -বন্ধন গঠিত হয়।

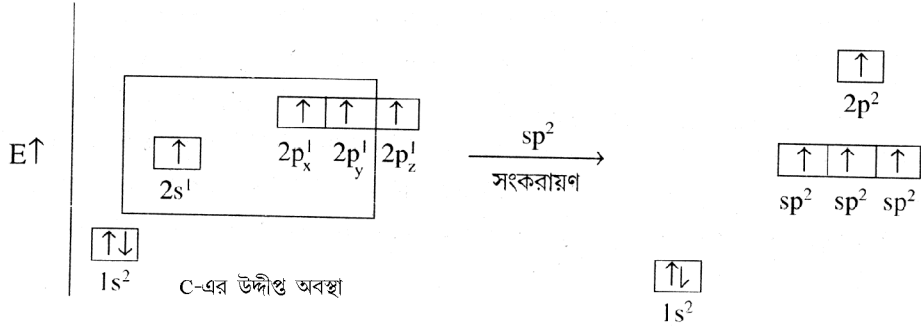


চিত্র 12 : ইথেনের কক্ষক চিত্র

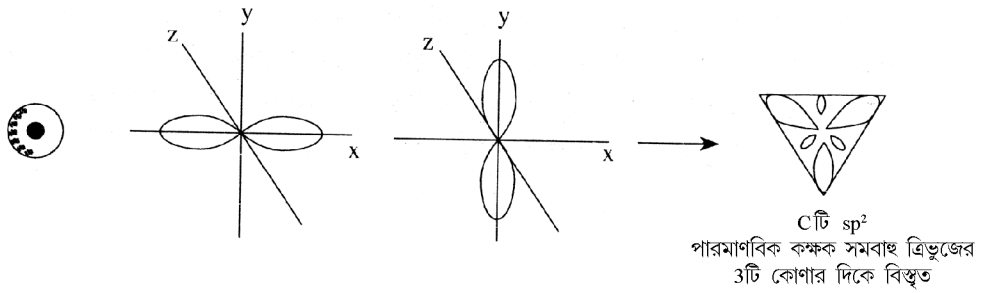
1.5.7 ইথিনের কক্ষক চিত্র :

sp^2 সংকরায়ণ—C = C দ্বিবন্ধন গঠন : ইথিনের 2টি কার্বন পরমাণুই 2টি করে হাইড্রোজেন পরমাণু এবং 1টি করে কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত। অর্থাৎ 2টি কার্বন পরমাণুই তিনটি করে অপর পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত। কার্বন যখন অপর তিনটি পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয় তখন উদ্দীপ্ত অবস্থায় কার্বনের 2s ও দুটি 2p পারমাণবিক কক্ষকের সংকরায়ণের ফলে 3টি একই প্রকারের sp^2 পারমাণবিক কক্ষক গঠিত হয়। 1টি s ও 2টি 2p পারমাণবিক কক্ষক এই সংকরায়ণে অংশগ্রহণ করে, তাই এই সংকরায়ণকে $2p^2$ সংকরায়ণ বলে। C-এর এই

তিনটি sp^2 কক্ষকের প্রতিটিতে একটি করে ইলেকট্রন থাকে। এই তিনটি sp^2 -সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক একটি সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি কোণার দিকে বিস্তৃত থাকে—সমবাহু ত্রিভুজটির কেন্দ্রে থাকে কার্বনের কেন্দ্রক (চিত্র 14)



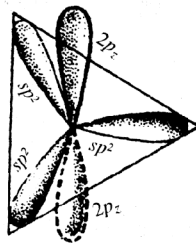
চিত্র 13 : sp^2 সংকরায়ণ



চিত্র 14 : sp^2 সংকরায়ণ কক্ষক চিত্র

তিনটি sp^2 সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক একই সমতলে পরস্পর 120° কোণ করে বিস্তৃত থাকে।

1টি ইলেকট্রনযুক্ত কার্বনের অবশিষ্ট পারমাণবিক কক্ষকটি 3টি sp^2 সংকরায়িত তলের সঙ্গে লম্বভাবে অবস্থান করে :

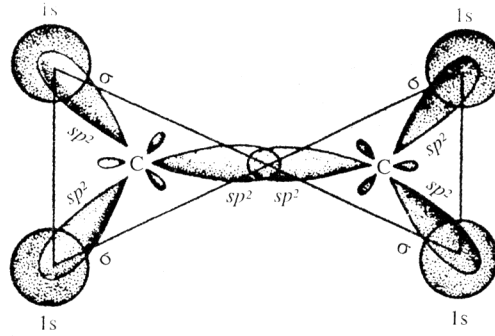


চিত্র 15

কার্বন sp^2 সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক ব্যবহার করে অপর তিনটি পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হলে কার্বন ও অপর এই তিনটি পরমাণু একই সমতলে অবস্থান করে এবং এই তলের সঙ্গে লম্বভাবে বাকী $2p_z$ পারমাণবিক

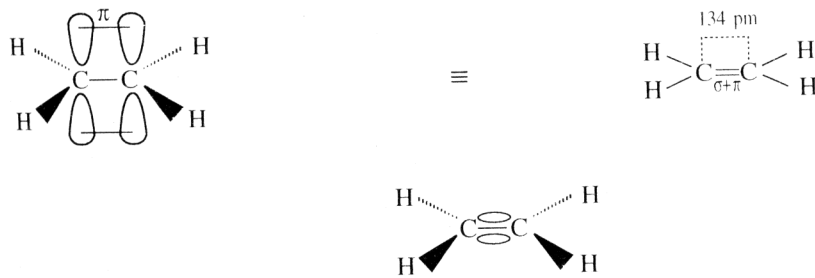
কক্ষকটি কার্বনের উপর অবস্থান করে। sp^2 সংকরায়নকে সমতল ত্রিগণীয় সংকরায়ণ (Plane trigonal hybridisation)-ও বলা হয়।

ইথিনের 2টি কার্বন পরমাণুই sp^2 সংকরায়িত কক্ষক ব্যবহার করে সমযোজী বন্ধন গঠন করে। 2টি কার্বন পরমাণুর 1টি করে sp^2 সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক পরস্পর আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপনের ফলে 1টি C-C σ -বন্ধন গঠিত হয়। দুটি কার্বনের অবশিষ্ট 2টি sp^2 সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষকের প্রতিটির সঙ্গে 1টি করে হাইড্রোজেনের 1s পারমাণবিক কক্ষকের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপনের ফলে মোট 4টি C-H σ -বন্ধন গঠিত হয়।



চিত্র 16

2টি কার্বন পরমাণু এবং 4টি হাইড্রোজেন পরমাণু একই সমতলে অবস্থান করে এবং উভয় কার্বন পরমাণুর উপরই এই সমতলের সঙ্গে লম্বভাবে একটি অযুগ্ম ইলেকট্রন সমন্বিত একটি করে $2p_z$ পারমাণবিক কক্ষক থাকে। এই দুটি $2p_z$ পারমাণবিক কক্ষক পরস্পর সমান্তরাল থাকে এবং এদের পাশাপাশি অভিলেপনের ফলে একটি কার্বন-কার্বন π -বন্ধন গঠিত হয়।



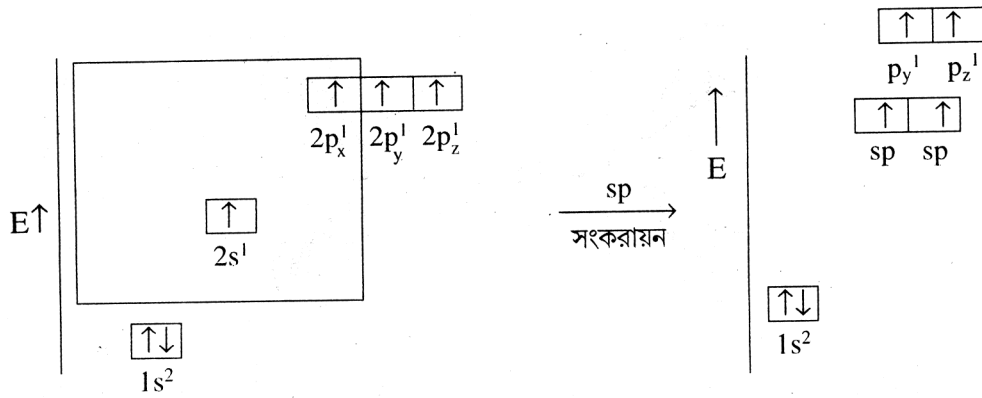
চিত্র 17 : ইথিনের কক্ষক চিত্র

ইথিন অণু সমতলীয়। ইথিনে 2টি কার্বন ও 4টি হাইড্রোজেন পরমাণু একই তলে অবস্থান করে। sp^2 সংকরায়িত কার্বনের সঙ্গে যুক্ত পরমাণুগুলি একই তলে অবস্থান করে।

1.5.8 ইথাইনের কক্ষক চিত্র :

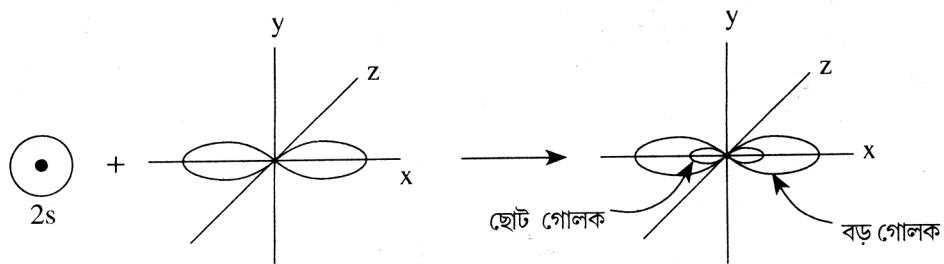
sp-সংকরায়ণ—কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন গঠন

ইথাইনের দুটি কার্বন পরমাণুই অপর দুটি পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত। কার্বন যখন অপর মাত্র দুটি পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত থাকে তখন উদ্দীপ্ত অবস্থায় কার্বনের 2s ও একটি 2p পারমাণবিক কক্ষকের সংকরায়ণ ঘটে। এই সংকরায়নের ফলে দুটি একই প্রকারের sp সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষকের উদ্ভব ঘটে। একটি s ও একটি p-কক্ষকের মধ্যে সংকরায়ণ ঘটে বলে এই সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষককে sp সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক বলে। মনে রাখা প্রয়োজন যতগুলি বিশুদ্ধ পারমাণবিক কক্ষকের মধ্যে সংকরায়ণ ঘটে ততগুলি সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষকের উদ্ভব ঘটে।



চিত্র 18 সংকরায়ণ

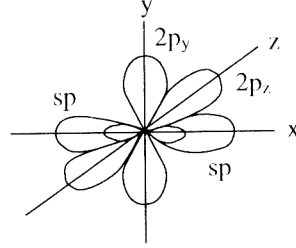
প্রতিটি sp সংকরায়িত কক্ষকে 1টি করে ইলেকট্রন থাকে। দুটি একই প্রকারের sp সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক পরস্পর 180° কোণে একটি সরলরেখার দুটি বিপরীত দিকে বিস্তৃত থাকে :



চিত্র 19 : sp সংকরায়ণ—কক্ষক চিত্র

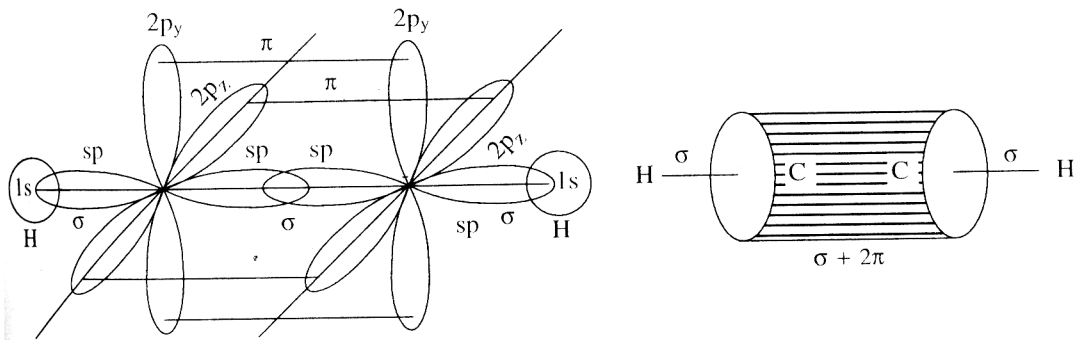
বিশুদ্ধ 2p_y ও 2p_z পারমাণবিক কক্ষক দুটি পরস্পরের সঙ্গে সমকোণে এবং sp সংকরায়িত কক্ষকের সঙ্গেও সমকোণে কার্বনে অবস্থান করে।

$2p_y$ ও $2p_z$ পারমাণবিক কক্ষক দুটিকে একটি করে ইলেকট্রন থাকে। sp সংকরায়ন দ্বিগণীয় সংকরায়ণ (Digonal hybridisation) হিসেবেও পরিচিত।



চিত্র 20

ইথাইনে উভয় কার্বন পরমাণুই sp সংকরায়িত পারমাণবিক কক্ষক ব্যবহার করে সমযোজী বন্ধন গঠন করে। কার্বন পরমাণুদুটির একটি করে sp সংকরায়িত কক্ষক পরস্পরের সঙ্গে আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপন করে কার্বন—কার্বন σ -বন্ধন গঠন করে। কার্বন পরমাণুদুটির একটি করে অবশিষ্ট sp সংকরায়িত কক্ষকের সঙ্গে একটি করে হাইড্রোজেনের $1s$ পারমাণবিক কক্ষকের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপনের ফলে দুটি $C-H$ σ -বন্ধন গঠিত হয়। কার্বন পরমাণুদুটি ও হাইড্রোজেন পরমাণুদুটি একই সরলরেখায় থাকে এবং কার্বন পরমাণুদুটিতেই একটি করে $2p_y$ ও $2p_z$ কক্ষক পরস্পরের সঙ্গে সমকোণে থাকে। পাশাপাশি কার্বন পরমাণু-দুটির $2p_y$ কক্ষক এবং $2p_z$ কক্ষক দুটি পরস্পর সমান্তরাল থাকে। পাশাপাশি দুটি সমান্তরাল $2p_y$ পারমাণবিক কক্ষক এবং পাশাপাশি দুটি সমান্তরাল $2p_z$ কক্ষকের পরস্পর পাশাপাশি অভিলেপনের ফলে দুটি π -বন্ধন গঠিত হয়। π -বন্ধনীয় কক্ষক দুটি পরস্পর সমকোণে অবস্থান করে। এইভাবে ইথাইনে কার্বন-কার্বন ত্রি-বন্ধন সৃষ্টি হয়—এই ত্রি-বন্ধন একটি σ -ও 2টি π -বন্ধন দিয়ে গঠিত। ইথাইনের 2টি কার্বন পরমাণুকে বেষ্টিত করে বেলনাকার ইলেকট্রনীয় মেঘ বিস্তৃত থাকে।



চিত্র 21 : ইথাইনের কক্ষক চিত্র

ইথাইনে যে প্রতিসাম্যতা থাকে তা একটি পিপেটের প্রতিসাম্যতার সঙ্গে তুলনীয়।

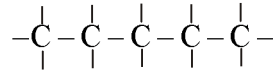
ইথাইন অণু সরলরৈখিক। ইথাইনে 2টি কার্বন ও 2টি হাইড্রোজেন পরমাণু একই সরলরেখায় অবস্থান করে। sp সংকরায়িত কার্বনের সঙ্গে যুক্ত পরমাণুগুলি একই সরলরেখায় অবস্থান করে।

অনুশীলন 5

- CCl₄-এর আকৃতি কিরূপ? CCl₄-এ Cl-C-Cl বন্ধন কোণের মান কত?
- CH₃C ≡ CCH₃ এবং CH₃CH₂C ≡ CH অণুটির C-পরমাণুগুলির সংকরায়ণ স্তর নির্দেশ করুন। এই অণুটির কোন্ পরমাণুগুলি সরলরেখায় অবস্থিত?
- HC ≡ CCH₂CH₂CH = CH₂ অণুটির কার্বন পরমাণুগুলির সংকরায়ণ স্তর নির্দেশ করুন।

1.5 জৈব যৌগের গঠনের বৈচিত্র্য

কার্বন পরমাণুগুলি পরস্পর পরস্পরের সঙ্গে সমযোজী বন্ধন দিয়ে আবদ্ধ হতে পারে। 80-90টি কার্বন পরমাণুও এইভাবে পরস্পরের সঙ্গে সমযোজ্যতা বন্ধন দিয়ে যুক্ত হয়ে সুস্থিত যৌগ উৎপন্ন করে। কার্বনের এই ধর্মকে ক্যাটিনেশন ধর্ম বলা হয়।



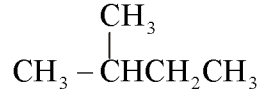
কার্বনের ক্যাটিনেশন ধর্ম বহুসংখ্যক জৈব যৌগ গঠনের অন্যতম কারণ।

কার্বন পরমাণুগুলি পরস্পর এইভাবে যুক্ত হয়ে মুক্তশৃঙ্খল বা সারবন্দী যৌগ এবং বলয়াকার যৌগ উৎপন্ন করতে পারে। মুক্তশৃঙ্খল যৌগগুলি সরল মুক্তশৃঙ্খল বা শাখাবিশিষ্ট মুক্তশৃঙ্খল যৌগ হতে পারে।



বিউটেন

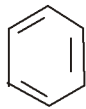
(সরল মুক্তশৃঙ্খল যৌগ)



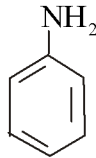
2-মিথাইলবিউটেন

(শাখাবিশিষ্ট মুক্তশৃঙ্খল যৌগ)

বলয়াকার যৌগগুলির বলয়ের সমস্ত পরমাণুই কার্বন হতে পারে। এদের বলে সমচক্র যৌগ (homocyclic compounds)। সমচক্র যৌগগুলি যদি বেনজিন বলয়যুক্ত হয় তবে এদের বলে বেনজিনয়েড অ্যারোমেটিক যৌগ। মনে রাখা দরকার অ্যারোমেটিক যৌগ বেনজিন বলয়বিহীনও হতে পারে।

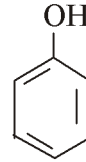


বেনজিন



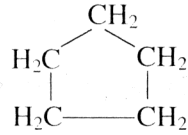
অ্যানিলিন

(বেনজিনয়েড অ্যারোমেটিক যৌগ)

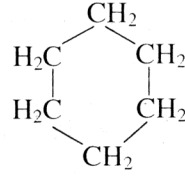


ফেনল

সাইক্লোপেন্টেন, সাইক্লোহেক্সেন ইত্যাদি যৌগগুলিকে অ্যালিসাইক্লিক (alicyclic) যৌগ বলা হয়। এরা বলয়াকার যৌগ এবং এদের ধর্ম অনেকাংশেই অ্যালিফেটিক যৌগের অনুরূপ। তাই অ্যালিফেটিক ও সাইক্লিক থেকে নাম হয়েছে অ্যালিসাইক্লিক।



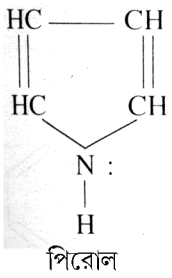
সাইক্লোপেন্টেন
(সমচক্র যৌগ)



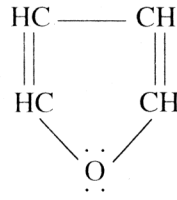
সাইক্লোহেক্সেন
(সমচক্র যৌগ)

আবার বলয়াকার যৌগের বলয়ে কার্বন ছাড়া অন্য মৌলের যেমন, নাইট্রোজেন, সালফার, অক্সিজেনের এক বা একাধিক পরমাণু থাকতে পারে। এদের বলে অসমচক্র যৌগ (heterocyclic compounds)। এদের ধর্ম সাধারণত অ্যারোমেটিক যৌগের ধর্মের মত হয়।

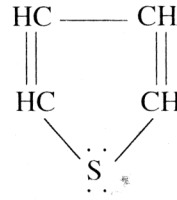
কয়েকটি অসমচক্র যৌগ :



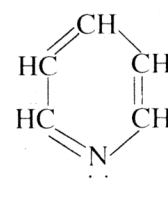
পিরোল



ফিউরান

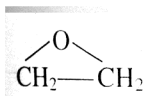


থায়োফিন

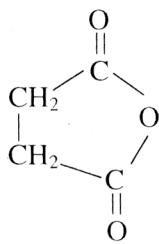


পিরিডিন

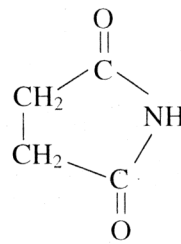
এছাড়া ইথিলিন অক্সাইড, বলয়াকার অ্যানহাইড্রাইড ও ইমাইড, ল্যাকটোন ইত্যাদি যৌগও অসমচক্র যৌগ। তবে এদের ধর্ম অ্যালিফেটিক যৌগের মতই।



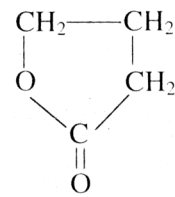
ইথিলিন অক্সাইড



সাকসিনিক অ্যানহাইড্রাইড



সাকসিনিমাইড



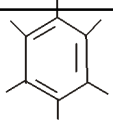
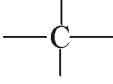
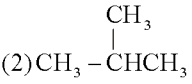
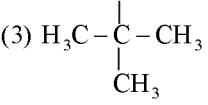
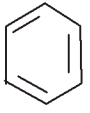
গামা বিউটিরোল্যাকটোন

1.7 কার্যকরী মূলক এবং জৈব যৌগের শ্রেণীবিভাগ

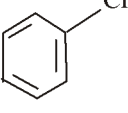
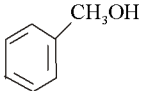
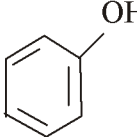
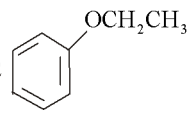
কার্যকরী মূলক হল একটি পরমাণু বা পরমাণুপুঞ্জ কোন জৈব যৌগে যার উপস্থিতির ফলে জৈব যৌগটি বিশেষ রাসায়নিক ধর্মসম্পন্ন হয় এবং বিভিন্ন জৈব যৌগে যার উপস্থিতির ফলে বিভিন্ন জৈব

যৌগ মূলগত একই রাসায়নিক ধর্মসম্পন্ন হয়। যেমন, OH, CHO, COOH, NH₂, NO₂ হল বিভিন্ন কার্যকরী মূলকের উদাহরণ। একই কার্যকরী মূলক যুক্ত যৌগসমূহ মূলগত একই রাসায়নিক ধর্মসম্পন্ন হয় এবং ভিন্ন কার্যকরী মূলকযুক্ত যৌগগুলির ধর্মও ভিন্ন হয়। তাই কার্যকরী মূলকের ভিত্তিতে জৈব যৌগগুলির শ্রেণীবিভাগ করা হয়। জৈব যৌগের এই শ্রেণীগুলির অধ্যয়নের মাধ্যমে জৈব রসায়ন শিক্ষা সহজতর হয়। নিচের তালিকাগুলিতে কার্যকরী মূলকের ভিত্তিতে জৈব যৌগসমূহের শ্রেণীবিভাগ দেখানো হল।

তালিকা 3.1 জৈব কার্যকরী মূলক এবং জৈব যৌগের শ্রেণীবিভাগ

	← অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন →			অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন
	অ্যালকোন	অ্যালকিন	অ্যালকাইন	
সাধারণ সঙ্কেত	R-H (R = অ্যালকিল)	R ₂ C = CR ₂ (R=অ্যালকিল, অ্যারিল, H)	R-C≡C-R (R= অ্যালকিল, অ্যারিল, H)	
কার্যকরী মূলক		>C=C<	-C≡C-	বেনজিন বা অন্য অ্যারোমেটিক বলয়
নির্দিষ্ট কয়েকটি উদাহরণ	(1) H ₃ C - CH ₃ (2)  (3) 	H ₂ C = CH ₂	H - C ≡ C - H	
সাধারণ নাম	(1) ইথেন (2) আইসোবিউটেন (3) নিওপেনটেন	ইথিলিন	অ্যাসিটিলিন	বেনজিন
(IUPAC) নাম	(1) ইথেন (2) 2-মিথাইল-প্রোপেন (3) 2, 3-ডাই-মিথাইয়েলপ্রোপেন	ইথিন	ইথাইন	বেনজিন

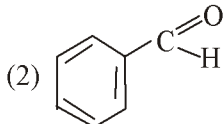
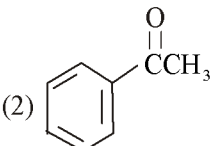
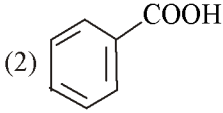
তালিকা 3.2

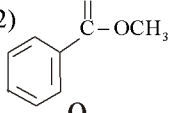
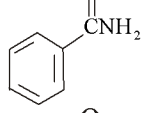
	অ্যালকিল হ্যালাইড	অ্যারিল হ্যালাইড	অ্যালকোহল	ফেনল	ইথার
সাধারণ সংকেত	R-X (R = অ্যালকিল X = হ্যালোজেন)	Ar-X (Ar = অ্যারিল X = হ্যালোজেন)	R-OH (R = অ্যালকিল বা অ্যারিল)	Ar-OH (Ar = অ্যারিল)	R-O-R R = অ্যালকিল বা অ্যারিল
কার্যকরী মূলক	-X	-X	-OH	-OH	$\text{-}\overset{ }{\text{C}}\text{-O-}\overset{ }{\text{C}}\text{-}$
নির্দিষ্ট উদাহরণ	CH ₃ -CH ₂ -Br		(1) CH ₃ CH ₂ OH (2) 		(1) CH ₃ OCH ₂ CH ₃ 2 
সাধারণ নাম	ইথাইল ব্রোমাইড	ক্লোরোবেনজিন	(1) ইথাইল অ্যালকোহল (2) বেনজাইল অ্যালকোহল	ফেনল	(1) ইথাইল মিথাইল ইথার (2) ইথাইল ফিনাইল ইথার বা ফেনিটোল
(IUPAC) নাম	ব্রোমোইথেন	ক্লোরোবেনজিন	(3) ইথানল	ফেনল	(1) মিথোক্সিইথেন (2) ইথোক্সিবেনজিন

তালিকা 3.3

	অ্যালডিহাইড	কিটোন	কার্বক্সিলিক অ্যাসিড
সাধারণ সংকেত	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ (R = অ্যালকিল, অ্যারিল, H)	$\text{R} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C}=\text{O}$ R = অ্যালকিল বা অ্যারিল	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$ (R = অ্যালকিল, অ্যারিল, H)
কার্যকরী মূলক	$\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	$\text{>}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}=\text{O}$	$\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

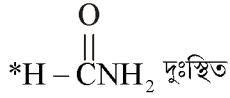
তালিকা 3.3

	অ্যালডিহাইড	কিটোন	কার্বক্সিলিক অ্যাসিড
নির্দিষ্ট উদাহরণ	(1) $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$ (2)  (3) $\text{H} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$	(1) CH_3COCH_3 (2) 	(1) $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$ (2)  (3) $\text{H} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$
সাধারণ নাম	(1) অ্যাসিট্যালডিহাইড (2) বেনজ্যালডিহাইড (3) ফরম্যালডিহাইড	(1) অ্যাসিটোন (2) অ্যাসিটোফেনোন	(1) অ্যাসেটিক অ্যাসিড (2) বেনজোয়িক অ্যাসিড (3) ফরমিক অ্যাসিড
(IUPAC) নাম	(1) ইথান্যাল (2) বেনজ্যালডিহাইড (3) মিথান্যাল	(1) প্রোপানোন (2) অ্যাসিটোফেনোন	(1) ইথানোয়িক অ্যাসিড (2) বেনজোয়িক অ্যাসিড (3) মিথানোয়িক অ্যাসিড

	← কার্বক্সিলিক অ্যাসিড জাতক →			
	এস্টার	অ্যামাইড	অ্যানহাইড্রাইড	অ্যাসিড হ্যালাইড
সাধারণ সঙ্কেত	$\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{R}'$ (R' = অ্যালকিল, অ্যারিল, H)	$\text{R}' - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{NR}_2$ (R' = অ্যালকিল, অ্যারিল, H*) (R = অ্যালকিল, অ্যারিল, H)	$\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{R}$ (R = অ্যালকিল, অ্যারিল, H)	$\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{X}$ (R = অ্যালকিল, অ্যারিল, H)
কার্যকরী মূলক	(1) $-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{R}$	(1) $-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{N} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array}$	(1) $-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} -$	(1) $-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{X}$
নির্দিষ্ট উদাহরণ	(1) $\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OC}_2\text{H}_5$ (2)  (3) $\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OCH}_3$	(1) $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{NH}_2$ (2)  (3) $\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{NH}_2$	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{Cl}$

তালিকা 3.3 (Contd.)

← কার্বক্সিলিক অ্যাসিড জাতক →				
	এস্টার	অ্যামাইড	অ্যানহাইড্রাইড	অ্যাসিড হ্যালাইড
সাধারণ নাম	(1) ইথাইল অ্যাসিটেট (2) মিথাইল বেনজোয়েট (3) মিথাইল ফরমেট	(1) অ্যাসিটামাইড (2) বেঞ্জামাইড (3) ফরমামাইড	অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড	অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড
(IUPAC) নাম	(1) ইথাইল ইথানোয়েট (2) মিথাইল বেনজোয়েট (3) মিথাইল মিথানোয়েট	(1) ইথান্যামাইড (2) বেঞ্জামাইড (3) মিথান্যামাইড	ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড	ইথানোয়িক ক্লোরাইড



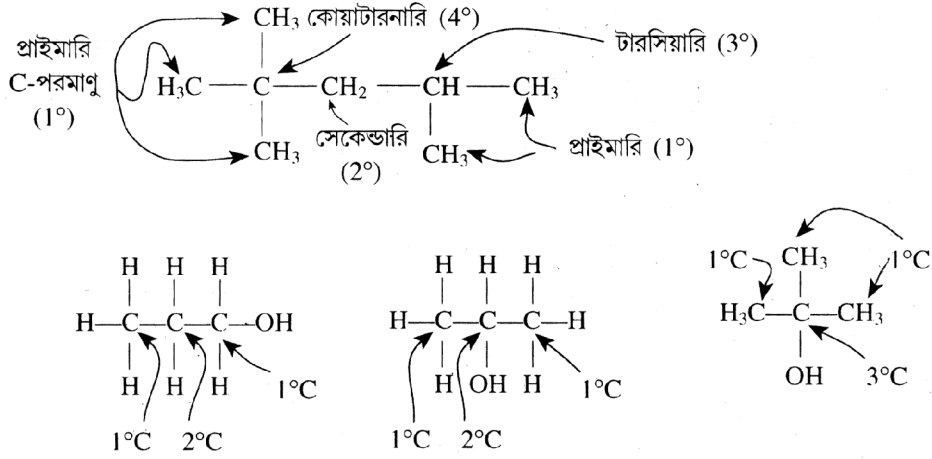
তালিকা 3.4

	অ্যামিন	নাইট্রাইল	নাইট্রো
সাধারণ সংকেত	RNH ₂ (1°) R ₂ NH (2°) R ₃ N (3°) (R = অ্যালকিল বা অ্যারিল)	R-C ≡ N (R = অ্যালকিল বা অ্যারিল)	$\begin{array}{c} \oplus \\ \text{R}-\text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \ominus \quad \ominus \end{array}$ (R = অ্যালকিল বা অ্যারিল)
কার্যকরী মূলক	-NH ₂ > NH ≥ N	-C≡N	$\begin{array}{c} \oplus \\ \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \ominus \quad \ominus \end{array}$
নির্দিষ্ট উদাহরণ	CH ₃ - CH ₂ - NH ₂	CH ₃ C ≡ N	CH ₃ - $\begin{array}{c} \oplus \\ \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \ominus \quad \ominus \end{array}$
সাধারণ নাম	ইথাইল অ্যামিন	অ্যাসেটোনাইট্রাইল	নাইট্রোমিথেন
(IUPAC) নাম	ইথান্যামিন	ইথেননাইট্রাইল	নাইট্রোমিথেন

1.8 জৈব যৌগে কার্বন ও হাইড্রোজেন পরমাণুর শ্রেণীবিভাগ

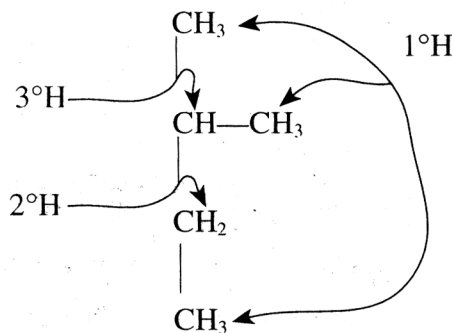
কোন জৈব যৌগের অণুতে কোন কার্বন পরমাণু যদি অপর একটি মাত্র কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয় তবে ঐ কার্বন পরমাণুকে প্রাইমারি কার্বন পরমাণু বলে। আবার যদি কার্বন পরমাণুটি অন্য দুটি

কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত থাকে, তবে ঐ কার্বন পরমাণুটিকে সেকেন্ডারি কার্বন পরমাণু, তিনটি কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত থাকলে টারসিয়ারি কার্বন পরমাণু এবং চারটি পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত থাকলে কোয়াটারনারি কার্বন পরমাণু বলে। এই কার্বন পরমাণুগুলিকে যথাক্রমে 1°, 2°, 3° ও 4° কার্বন পরমাণু হিসেবে সংক্ষেপে প্রকাশ করা হয় (কিন্তু ওয়ান ডিগ্রি, টু ডিগ্রি ইত্যাদি বলা হয় না)। বলা হয় যথাক্রমে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি, টারসিয়ারি ও কোয়াটারনারি কার্বন পরমাণু। নিচে উদাহরণ দিয়ে বিষয়টি দেখানো হল :



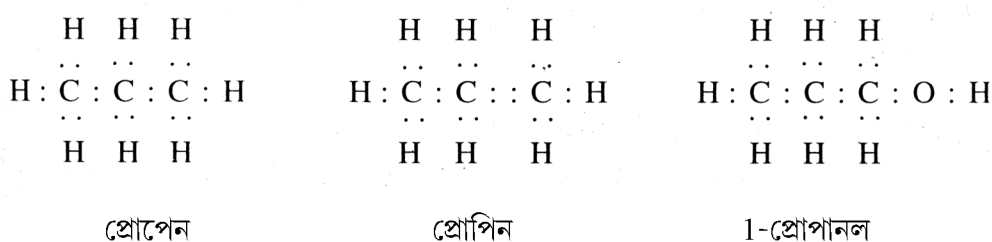
প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি হাইড্রোজেন পরমাণু : প্রাইমারি C-পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণুকে প্রাইমারি হাইড্রোজেন পরমাণু, সেকেন্ডারি C-পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণুকে সেকেন্ডারি হাইড্রোজেন পরমাণু এবং টারসিয়ারি C-পরমাণুর সঙ্গে হাইড্রোজেন পরমাণুকে টারসিয়ারি হাইড্রোজেন পরমাণু বলা হয়। কোয়াটারনারি C-পরমাণুর সঙ্গে কোন হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকতে পারে না। তাই কোয়াটারনারি হাইড্রোজেন পরমাণু হতে পারে না। জৈব যৌগে C-এর সঙ্গে যুক্ত সব হাইড্রোজেন পরমাণুকে এইভাবে চিহ্নিত করা যায়।

উদাহরণ :

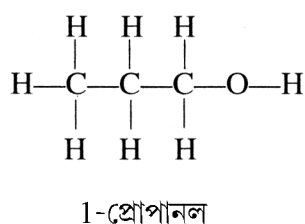
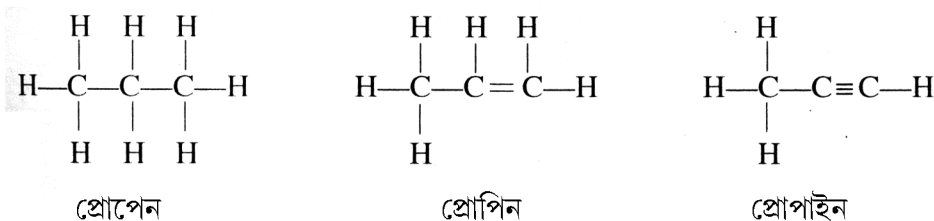


1.9 জৈব যৌগের গঠনসঙ্কেত লেখার বিভিন্ন পদ্ধতি

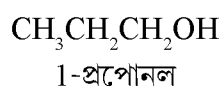
(1) ইলেকট্রন-বিন্দু সঙ্কেত **Electron-dot formula**) : শুধু যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলি দেখিয়ে এই সঙ্কেত লেখা হয়। একটি ইলেকট্রনকে একটি বিন্দু দিয়ে প্রকাশ করা হয়। দুটি পরমাণুর মধ্যে একটি সমযোজী বন্ধনকে একজোড়া বিন্দু, দ্বি-সমযোজী বন্ধনকে দু'জোড়া বিন্দু এবং ত্রি-সমযোজী বন্ধনকে তিনজোড়া বিন্দু দিয়ে প্রকাশ করা হয়। কোন পরমাণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় (lone pair electron) থাকলে সেগুলিকে বিন্দুজোড় হিসেবে পরমাণুটির চিহ্নের উপরে, পাশে বা নিচে দেখানো হয়।



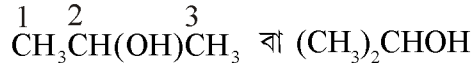
(2) ড্যাশ-সঙ্কেত (**Dash formula**) : এই পদ্ধতিতে অণুতে দুটি পরমাণুর মধ্যের একটি সমযোজী বন্ধনকে একটি ড্যাশ, দ্বি-সমযোজী বন্ধনকে উপর-নিচে দুটি ড্যাশ এবং ত্রি-সমযোজী বন্ধনকে তিনটি ড্যাশ দিয়ে প্রকাশ করা হয়।



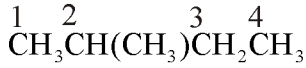
(3) সংক্ষিপ্ত গঠনসঙ্কেত (**Condensed Structural formula**) : এই গঠনসঙ্কেতে বিন্দু বা ড্যাশ ব্যবহার করা হয় না। নিচে 1-প্রোপানলের সংক্ষিপ্ত গঠনসঙ্কেত দেওয়া হল :



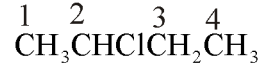
সংক্ষিপ্ত গঠনসঙ্কেত লেখা সহজ। এর থেকে অণুর গঠন সম্বন্ধে প্রয়োজনীয় তথ্য জানা যায়। অপর কয়েকটি অণুর সংক্ষিপ্ত গঠনসঙ্কেত নিচে দেওয়া হল :



2-প্রোপানল

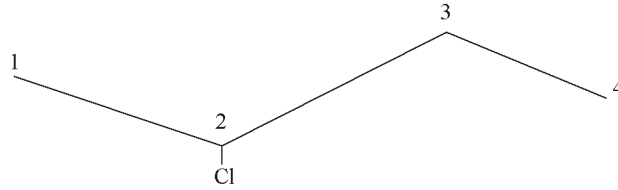


2-মিথাইলবিউটেন



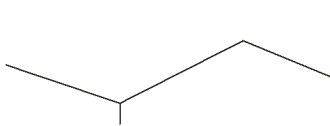
2-ক্লোরোবিউটেন

(4) বন্ধন-রেখা সঙ্কেত (Bond line formula) : এই সঙ্কেতে শুধু কার্বন-কাঠামোটি দেখানো হয়, এবং হাইড্রোজেন ছাড়া অন্যান্য পরমাণুগুলি যেমন O, N, X (হ্যালোজেন), S, ইত্যাদি দেখানো হয়। সঙ্কেতে হাইড্রোজেন দেখানো হয় না, ধরে নেওয়া হয় কার্বনের যোজ্যতা পূরণের জন্য উপযুক্ত সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু উপস্থিত আছে। বন্ধন-রেখা সঙ্কেত সবথেকে দ্রুত লেখা যায় এই সঙ্কেতের সাহায্যে অণুর আকৃতিও দেখানো যায়। 2-ক্লোরোবিউটেনের বন্ধন-রেখা সঙ্কেত নিচে দেখানো হল :

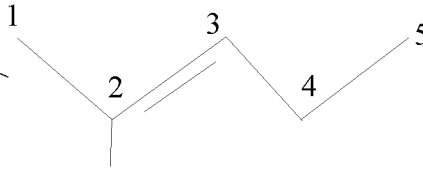


2-ক্লোরোবিউটেন

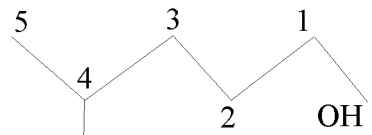
অন্য কয়েকটি অণুর বন্ধন-রেখা সঙ্কেত :



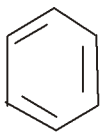
2-মিথাইলবিউটেন



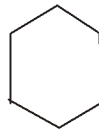
2-মিথাইল-2-পেন্টিন



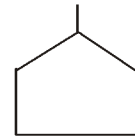
4-মিথাইল-1-পেন্টানল



বেনজিন



সাইক্লোহেক্সেন



মিথাইলসাইক্লোপেন্টেন

1.10 সারাংশ

এই এককটি অধ্যয়ন করে আপনি যা যা জানতে পেরেছেন তার সারসংক্ষেপ দেওয়া হল।

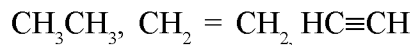
- ভোলার প্রাণশক্তি তত্ত্ব বাতিল করে বর্তমান জৈব রসায়নের ভিত্তি স্থাপন করেন। কার্বনের অক্সাইড, ধাতব কার্বনেট ও বাইকার্বনেট, ধাতব সায়ানাইড ও ধাতব কার্বাইড ছাড়া আর সব কার্বন-যৌগের রসায়নই জৈব রসায়ন।
- এক পরমাণু থেকে অপর পরমাণুতে ইলেকট্রন স্থানান্তরের মাধ্যমে তড়িৎযোজী বন্ধন এবং দুটি পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন-জোড় সমানভাবে বণ্টিত হওয়ার মাধ্যমে সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। কিছু জৈব যৌগ আয়নীয় হলেও প্রায় সমস্ত জৈব যৌগই সমযোজী যৌগ।
- সমযোজী বন্ধনের তিনটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য আছে—বন্ধন-দূরত্ব, বন্ধন-কোণ ও বন্ধন-শক্তি। এই বৈশিষ্ট্যগুলির জন্য সমযোজী অণুগুলি বিশেষ জ্যামিতিক আকৃতিসম্পন্ন হয়।
- স্থিতাবস্থায় কার্বনের ইলেকট্রনীয় বিন্যাস $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$ । বিক্রিয়ার সময় কার্বন নিদিষ্ট শক্তিগ্রহণ করে এবং $2s$ কক্ষকের একটি ইলেকট্রন $2p_z$ কক্ষকে উন্নীত হয়। ফলে কার্বনের সর্ববহিঃস্থ কক্ষে 4টি অযুগ্ম ইলেকট্রন থাকে। এখন $2s$, $2p_x$, $2p_y$ ও $2p_z$ এই চারটি কক্ষকের সংকরায়নের মাধ্যমে 4টি সমতুল্য sp^3 2 পারমাণবিক কক্ষক উৎপন্ন হয়। এইভাবে কার্বনের চতুঃসমযোজ্যতা ব্যাখ্যা করা যায়। এই চারটি $2p^3$ কক্ষক একটি কাল্পনিক সুখম চতুঃস্তলকের চারটি কোণার দিকে নির্দেশিত থাকে।
- দুটি পরমাণুর উপযুক্ত দুটি পারমাণবিক কক্ষকের অভিলেপনের ফলে সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। দুটি পারমাণবিক কক্ষকের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপনের ফলে σ -বন্ধন এবং সমান্তরাল অভিলেপনের ফলে π -বন্ধন গঠিত হয়। σ -বন্ধন π -বন্ধনের থেকে বেশি শক্তিশালী।
- কার্বনের চারটি sp^3 কক্ষকের প্রতিটির সঙ্গে 1টি করে হাইড্রোজেনের $1s$ কক্ষকের অভিলেপনের ফলে মিথেন গঠিত হয়। ফলে মিথেনের গঠন হয় সুখম চতুঃস্তলকীয়।
- ইথিনে কার্বনের সংকরায়ণ স্তর হল sp^2 । কার্বনের $2s$, $2p_x$, ও $2p_y$ কক্ষক তিনটির সংকরায়ণের ফলে 3টি sp^2 সংকরায়িত কক্ষক গঠিত হয়। এই তিনটি sp^2 কক্ষক একটি সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি কোণার দিকে নির্দেশিত থাকে। এদের সঙ্গে সমকোণ কার্বনের উপর থাকে 1টি ইলেকট্রন-সমন্বিত একটি $2p_z$ কক্ষক। দুটি কার্বনের sp^2 কক্ষকের মাথায় মাথায় অভিলেপনের ফলে C–C σ -বন্ধন গঠিত হয়। দুটি কার্বনের অবশিষ্ট 4টি sp^2 কক্ষকের প্রতিটির সঙ্গে 1টি করে হাইড্রোজেনের $1s$ কক্ষকের অভিলেপনের ফলে 4টি C–H σ -বন্ধন গঠিত হয়। 2টি কার্বনের উপর পরস্পর সমান্তরাল 2টি $2p_z$ কক্ষকের অভিলেপনের ফলে দুটি কার্বনের মধ্যে একটি π -বন্ধন গঠিত হয়। উৎপন্ন ইথিন একটি সমতলীয় অণু।
- ইথাইনে কার্বনের সংকরায়ণ স্তর sp । কার্বনের $2s$ ও $2p_x$ কক্ষকের সংকরায়ণের ফলে 2টি sp সংকরায়িত কক্ষক গঠিত হয়। এরা পরস্পর 180° কোণে একটি সরলরেখার দুটি বিপরীত দিকে বিস্তৃত থাকে। দুটি

C-এর দুটি sp কক্ষকের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপনের ফলে C–C σ -বন্ধন গঠিত হয়। 2টি কার্বনের অবশিষ্ট 2টি sp কক্ষকের প্রতিটির সঙ্গে 1টি করে হাইড্রোজেনের 1s কক্ষকের অভিলেপনের ফলে 2টি C–H σ -বন্ধন গঠিত হয়। পাশাপাশি কার্বন পরমাণুদুটির পরস্পর সমান্তরাল $2p_y$ কক্ষকদুটির এবং $2p_z$ কক্ষকদুটির পাশাপাশি অভিলেপনের ফলে দুটি কার্বন-কার্বন π -বন্ধন গঠিত হয়। ইথাইন একটি সরলরৈখিক অণু।

- জৈব যৌগের গঠন মুক্তশৃঙ্খল বা বলয়াকার হতে পারে। মুক্তশৃঙ্খল যৌগগুলি সরল মুক্তশৃঙ্খল বা শাখাবিশিষ্ট হতে পারে। আবার বলয়াকার যৌগগুলির বলয়ে শুধু কার্বন থাকলে এদের সমচক্র যৌগ এবং বলয়াকার যৌগগুলির বলয়ে কার্বন ছাড়া অন্য মৌলের পরমাণুও থাকলে এদের অসমচক্র যৌগ বলে।
- কার্যকরী গ্রুপ অনুসারে জৈব যৌগগুলিকে বিভিন্ন শ্রেণীতে ভাগ করা যায়।
- কোন জৈব যৌগের অণুতে 1টি মাত্র C-পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত, 2টি C-পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত, তিনটি C-পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত এবং চারটি কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত কার্বন পরমাণুগুলিকে যথাক্রমে প্রাইমারি সেকেন্ডারি, টারসিয়ারি ও কোয়াটারনারি কার্বন পরমাণু বলে। আবার, প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণুকে যথাক্রমে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি হাইড্রোজেন পরমাণু বলে।
- জৈব যৌগের গঠন ইলেকট্রন-বিন্দু সঙ্কেত, ড্যাশ সঙ্কেত, সংক্ষিপ্ত গঠনসঙ্কেত এবং বন্ধন-রেখা সঙ্কেত দিয়ে প্রকাশ করা যায়। এদের মধ্যে বন্ধন-রেখা সঙ্কেত সবথেকে দ্রুত লেখা যায় এবং এর সাহায্যে অণুর আকৃতিও দেখান যায়।

1.11 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

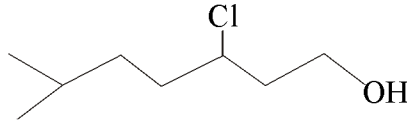
- বন্ধন-বিয়োজন শক্তি ও বন্ধন-শক্তির মধ্যে পার্থক্য কি? একটি উদাহরণ দিয়ে বুঝিয়ে দিন।
- σ -বন্ধন ও π -বন্ধন বলতে কী বুঝায়? কোন বন্ধনটি অধিকতর শক্তিশালী? কেন?
- ইথিনের জ্যামিতিক আকৃতি কিরূপ? ইথিনের আণবিক কক্ষক চিত্রের সাহায্যে দেখান।
- (a) যুক্তসহ, p-p, s-p এবং s-s কক্ষক অভিলেপনের ফলে উৎপন্ন σ -বন্ধনগুলিকে শক্তির ক্রমবর্ধমান ক্রম অনুসারে সাজান।
- (b) বিশুদ্ধ s বা p পারমাণবিক কক্ষকের অভিলেপন ক্ষমতা বেশি না sp^3 সংকরায়িত কক্ষকের অভিলেপন ক্ষমতা বেশি?
- (iv) নিচের যৌগগুলিকে ক্রমহ্রাসমান কার্বন-কার্বন বন্ধন-দৈর্ঘ্য ও ক্রমবর্ধমান কার্বন-কার্বন বন্ধন-শক্তির ক্রম হিসেবে সাজান :



আপনার সাজান স্বপক্ষে যুক্তি দিন।

- (6) বন্ধনীয় ও প্রতিবন্ধনীয় আণবিক কক্ষক বলতে কী বুঝায়? 2টি হাইড্রোজেন পরমাণু থেকে H₂ অণু গঠনকে উদাহরণ হিসেবে নিয়ে বুঝিয়ে দিন।
- (7) (a) প্রাইমারি, সেকেন্ডারি, টারসিয়ারি ও কোয়াটারনারি কার্বন পরমাণু বলতে কী বুঝায় উদাহরণ দিয়ে বুঝিয়ে দিন।
 (b) প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি হাইড্রোজেন পরমাণু বলতে কী বুঝায় উদাহরণ দিয়ে বুঝিয়ে দিন।
- (8) (a) C₅H₈ আণবিক সংকেতবিশিষ্ট একটি জৈব যৌগের গঠন লিখুন, যার মধ্যে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি, টারসিয়ারি ও কোয়াটারনারি কার্বন পরমাণু আছে।
 (b) C₅H₈ আণবিক সংকেত সম্পন্ন একটি সম্পৃক্ত যৌগের গঠন লিখুন, যার সবগুলি হাইড্রোজেন পরমাণুই সমতুল্য।
- (9) কোন জৈব যৌগে সমতুল্য হাইড্রোজেন পরমাণু বলতে কী বুঝায়? কীভাবে দেখান যায় যে, মিথেনের সবগুলি হাইড্রোজেন পরমাণুই সমতুল্য?
- (10)(a) 1-ব্রোমো-3-মিথাইলবিউটেনের ইলেকট্রন-বিন্দু সংকেত, ড্যাশ সংকেত, সংক্ষিপ্ত সংকেত ও বন্ধন-রেখা সংকেত লিখুন।

(b) নিচের অণুটির জন্য সংক্ষিপ্ত ও ড্যাশ সংকেত লিখুন :



(c) নিচের যৌগটির জন্য ড্যাশ সঙ্গত ও বন্ধন-রেখা সংকেত লিখুন :



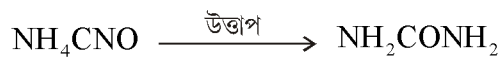
উপরের লেখা সংকেতটি কী সংকেত?

1.11 উত্তরমালা

অনুশীলনী-1

(i) না।

(ii) ইউরিয়া (NH₂CONH₂) ফ্রিডরিখ ভোলার; অ্যামোনিয়াম সায়ানেটের জলীয় দ্রবণকে বাষ্পীভবন করে শুষ্ক করার সময় ইউরিয়া উৎপন্ন হয় :



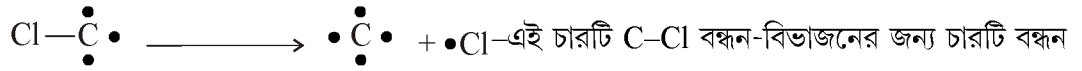
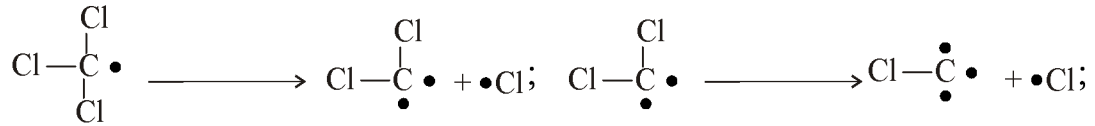
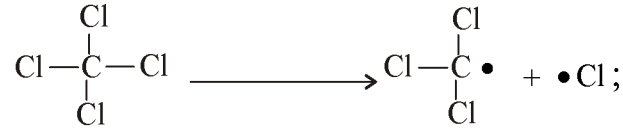
(iii) উভয়েরই আণবিক সংকেত $\text{CH}_4\text{NH}_2\text{O}$ । এদের পরস্পর আইসোমার বলা হয়। পুনর্বিন্যাস বিক্রিয়া।

অনুশীলনী-2

- সমযোজী বন্ধন দিয়ে গঠিত।
- বন্ধন-দূরত্ব, বন্ধন-কোণ এবং বন্ধন-শক্তি।
- না, সমযোজী বন্ধন দিয়ে যুক্ত কার্বন পরমাণু দুটির সংকরায়ণ স্তরের উপর বন্ধন-দূরত্বের মান নির্ভর করে।
- তড়িৎযোজ্যতায় এক পরমাণু থেকে অপর পরমাণুতে এক বা একাধিক ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটে; সমযোজ্যতায় সংযোগী পরমাণু দুটি এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় সমানভাবে বণ্টন করে নেয়—প্রতিটি ইলেকট্রন জোড়ের একটি করে ইলেকট্রন আসে সংযোগী পরমাণুদুটির প্রতিটি থেকে।

অনুশীলনী-3

- $-\text{C}\equiv\text{C}-$ -এর সবথেকে বেশি, $-\text{C}-\text{C}-$ -এর সব থেকে কম।
- প্রতিটি $\text{C}-\text{Cl}$ -এর জন্য বন্ধন-বিয়োজন শক্তির মান ভিন্ন ভিন্ন :



এই চারটি $\text{C}-\text{Cl}$ বন্ধন-বিভাজনের জন্য চারটি বন্ধন বিয়োজন শক্তি পাওয়া যাবে। কিন্তু বন্ধন শক্তি হল : $\text{CCl}_4(\text{g}) \longrightarrow \text{C}\cdot + 4\text{Cl}\cdot$ এই পরিবর্তনের যে শক্তি প্রয়োজন তার এক চতুর্থাংশ। এটি গড় মান—তাই বন্ধন-শক্তির মান একটিই।

- $\text{C}-\text{O}$ বন্ধনটি বিভাজিত করতে।
- দ্বি-পরমাণুক অণুর ক্ষেত্রে।

অনুশীলনী-4

স্থিতাবস্থায় কার্বনের ইলেকট্রন-বিন্যাস : $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$ । উদ্দীপ্ত অবস্থায় কার্বনের ইলেকট্রন বিন্যাস : $1s^2, 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ । মিথেনে চারটি হাইড্রোজেন পরমাণুই সমতুল্য এবং মিথেনের জ্যামিতিক আকৃতি হল সুষম চতুস্তলকীয়। উদ্দীপ্ত অবস্থায় কার্বন সমযোজী বন্ধন উৎপন্ন করলে $2s$ কক্ষক দিয়ে গঠিত

সমযোজী বন্ধনটি অদিকদর্শী এবং তিনটি p কক্ষক দিয়ে গঠিত সমযোজী বন্ধন তিনটি পরস্পর সমকোণে থাকবে। অর্থাৎ এই ইলেকট্রন-বিন্যাস দিয়ে মিথেনের গঠন ব্যাখ্যা করা যায় না।

অনুশীলনী-5

(i) সুখম চতুস্তলকীয়। $109^{\circ}28'$ ।

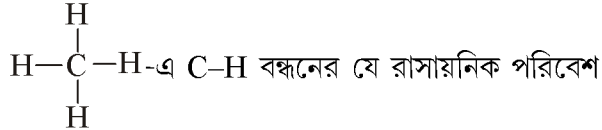
(ii) $sp^3 \quad sp \quad sp \quad sp^3 \quad sp^3 \quad sp^3 \quad sp \quad sp$
 $CH_3C \equiv CCH_3 \quad | \quad CH_3 \underset{3}{C}H_2 \underset{2}{C} \equiv \underset{1}{C}H \quad |$

প্রথম চারটি কার্বন পরমাণু, দ্বিতীয়টির C_1, C_2, C_3 এবং C_1 -এর সঙ্গে যুক্ত H।

(iii) $H \overset{sp}{C} \equiv \overset{sp}{C} \overset{sp^3}{C}H_2 \overset{sp^3}{C}H_2 \overset{sp^2}{C}H = CH_2$

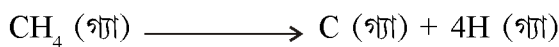
সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

(i) কোন নির্দিষ্ট অণুতে একটি নির্দিষ্ট সমযোজী বন্ধনকে সম-বিভাজিত করতে মোল প্রতি যে শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে বন্ধন-বিয়োজন শক্তি বলে। আর বহুসংখ্যক বিভিন্ন অণুর মধ্যে একই ধরনের সমযোজী বন্ধনের সমবিভাজন ঘটাতে মোলপ্রতি গড়ে যে শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে বন্ধন-শক্তি বলা হয়। বন্ধন-বিয়োজন শক্তি ও বন্ধন-শক্তির মানের পার্থক্য হয়। যেমন, মিথেন চারটি C–H বন্ধন আছে। চারটি C–H বন্ধনকে আলাদা আলাদা ধাপে বিভাজিত করতে প্রতিটি ধাপে ভিন্ন ভিন্ন শক্তির প্রয়োজন হয়। কারণ প্রতিটি ক্ষেত্রেই C–H বন্ধনের রাসায়নিক পরিবেশ আলাদা হয়। যেমন,



তার থেকে আলাদা। মিথেনের এই চারটি C–H বন্ধনের প্রথমটিকে সমবিভাজিত করতে মোলপ্রতি যে শক্তির প্রয়োজন সেই শক্তি হল ঐ C–H বন্ধনের বন্ধন-বিয়োজন শক্তি। অনুরূপভাবে দ্বিতীয়, তৃতীয় ও চতুর্থ C–H বন্ধনের সমবিভাজনের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি হল দ্বিতীয়, তৃতীয় ও চতুর্থ C–H বন্ধনের বন্ধন-বিয়োজন শক্তি।

আবার মিথেনের ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় (OK ধরা যাক) নিচের পরিবর্তন ঘটাতে

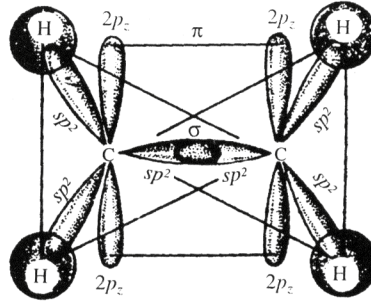


যে শক্তির প্রয়োজন হয় তার এক-চতুর্থাংশ হল C–H বন্ধনের বন্ধন-শক্তি। এটি একটি গড় মান। বন্ধন-বিয়োজন শক্তির মান চারটি C–H বন্ধনের জন্য আলাদা আলাদা, কিন্তু C–H এর বন্ধন-শক্তির মান একই।

- (ii) দুটি ভিন্ন পরমাণুর দুটি পারমাণবিক কক্ষকের পরস্পর আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর বা মাথায়-মাথায় অভিলেপনের ফলে পরমাণুদ্বয়ের মধ্যে যে বন্ধন গঠিত হয়, তাকে σ -বন্ধন বলে। আর দুটি ভিন্ন পরমাণুর কক্ষক দুটির সমান্তরাল বা পাশাপাশি অভিলেপনের মাধ্যমে পরমাণু দুটির মধ্যে যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে π -বন্ধন বলে।

σ -বন্ধনটি অধিকতর শক্তিশালী। কারণ দুটি কক্ষকের পাশাপাশি অভিলেপনের থেকে আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপন অনেক বেশি কার্যকরী। অভিলেপন যত বেশি হয় বন্ধনটি তত শক্তিশালী হয়। (আলোচনা 6.3 দেখুন।)

- (iii) ইথিনের উভয় কার্বন পরমাণুই sp^2 সংকরায়িত। যৌগটির কক্ষক-চিত্র নিচে দেখান হল।



কক্ষক চিত্র থেকে দেখা যায় ইথিন একটি সমতলীয় অণু। এর 2টি C ও 4টি H-পরমাণু একই সমতলে অবস্থান করে উভয় কার্বন পরমাণুই অপর একটি কার্বন পরমাণু ও 2টি H-পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত এবং প্রতিটি H–C–H এবং H–C–C বন্ধন-কোণের মান 120° করে। (আলোচনা 1.5.7 দেখুন।)

- (iv) (a) শক্তির ক্রমবর্ধমান ক্রম হল

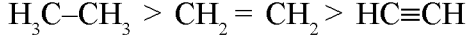
$$s-s < s-p < p-p$$

দুটি পারমাণবিক কক্ষকের মধ্যে যত বেশি অভিলেপন ঘটে, পরমাণুদুটির মধ্যে বন্ধনও তত শক্তিশালী হয়। p-কক্ষকের আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপন ক্ষমতা (1.72) s-কক্ষকের এই ক্ষমতা (1.00) থেকে বেশি।

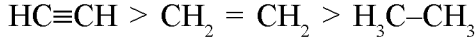
আবার p-পারমাণবিক কক্ষক ত্রি-মাত্রিক শূন্য নির্দিষ্ট দিকনির্দেশী, কিন্তু s-পারমাণবিক কক্ষক তা নয়। তাই দুটি p-কক্ষকের মধ্যে আন্তঃকেন্দ্রিকীয় অক্ষ বরাবর অভিলেপন s-s বা s-p অভিলেপনের থেকে বেশ হয়। আবার s-p অভিলেপনও একই কারণে s-s অভিলেপন থেকে বেশি হয়। তাই p-p, s-p ও s-s কক্ষকের অভিলেপনের ফলে উৎপন্ন σ -বন্ধনশক্তির ক্রমবর্ধমান ক্রম হল : s-s < s-p

p-p (b) sp^3 সংকরায়িত কক্ষকের অভিলেপন ক্ষমতা বেশি।

(v) ক্রমহ্রাসমান কার্বন-কার্বন বন্ধনদৈর্ঘ্যের ক্রম হল



ক্রমবর্ধমান কার্বন-কার্বন বন্ধনশক্তির ক্রম হল



দুটি পরমাণুর মধ্যে বন্ধনসংখ্যা বাড়লে পরমাণুদ্বয়ের কেন্দ্রক দুটি নিকটবর্তী হয়, ফলে বন্ধন-দৈর্ঘ্য কমে যায়। পরমাণুদ্বয়ের মধ্যে ইলেকট্রন ঘনত্ব বাড়লে তাদের কেন্দ্রকগুলির মধ্যে বিকর্ষণ কমে যায় এবং ইলেকট্রন ও কেন্দ্রকের মধ্যে আকর্ষণ বাড়ে।

আবার, বন্ধনসংখ্যা বাড়লে বন্ধনশক্তিও বাড়ে। কারণ বন্ধন গঠিত হওয়ার সময় যে শক্তি নির্গত হয়, তা বন্ধনকে সুস্থির করে।

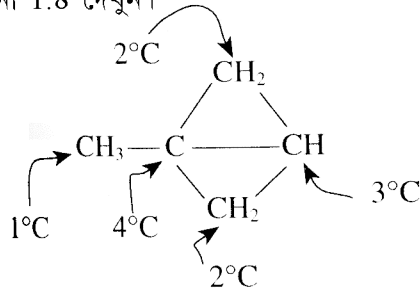
(vi) দুটি পারমাণবিক কক্ষক পরস্পরের যথেষ্ট নিকটবর্তী হলে দুটি পারমাণবিক কক্ষকের পরিবর্তে দুটি আণবিক কক্ষকের উদ্ভব হয়। এই দুটি আণবিক কক্ষকের মধ্যে একটির শক্তি পারমাণবিক কক্ষকের শক্তি থেকে কম এবং অপরটি শক্তি পারমাণবিক কক্ষকের শক্তি থেকে বেশি হয়। যে আণবিক কক্ষকের শক্তি পারমাণবিক কক্ষকের শক্তি থেকে কম, তাকে বন্ধনীয় আণবিক এবং যে আণবিক কক্ষকের শক্তি পারমাণবিক কক্ষকের শক্তি থেকে বেশি, তাকে প্রতিবন্ধনীয় আণবিক কক্ষক বলে।

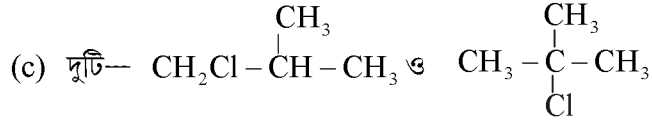
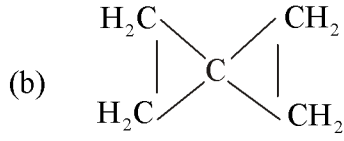
2টি হাইড্রোজেন পরমাণু থেকে H_2 অণুর গঠন উদাহরণ হিসেবে নিলে ঘটনাই সহজেই বোঝা যায়। দুটি H-পরমাণু যথেষ্ট নিকটবর্তী হলে তাদের দুটি 1s কক্ষকের পরিবর্তে দুটি আণবিক কক্ষক গঠিত হয়। নিম্নতর শক্তির আণবিক কক্ষকটি হল বন্ধনীয় আণবিক কক্ষক (σ -আণবিক কক্ষক) এবং উচ্চতর শক্তির আণবিক কক্ষকটি হল প্রতিবন্ধনীয় আণবিক কক্ষক (σ^* -আণবিক কক্ষক)। স্থিতাবস্থায় হাইড্রোজেন অণুর দুটি ইলেকট্রনই বন্ধনীয় আণবিক কক্ষকে থাকে (চিত্রের জন্য চিত্র 10 দেখুন)। (আলোচনা 1.5.4 দেখুন)।

(vii)(a) আলোচনা 1.8 দেখুন।

(b) আলোচনা 1.8 দেখুন।

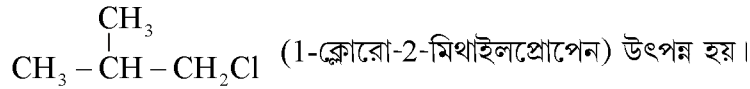
(viii) (a)



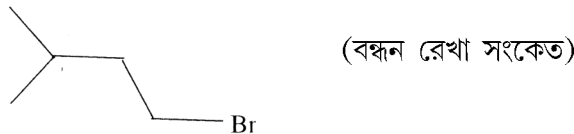
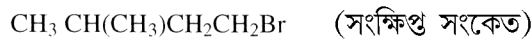
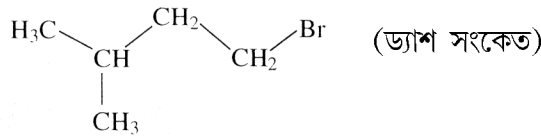
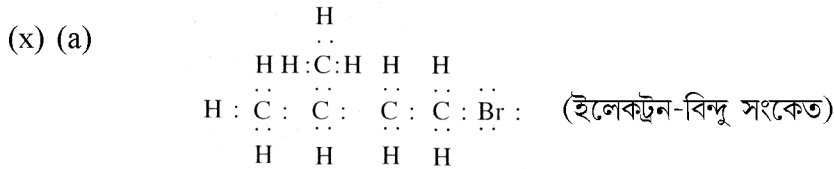


(ix) কোন জৈব যৌগের যে হাইড্রোজেন পরমাণুগুলির যে কোনটিকে কোন মূলক বা পরমাণু দিয়ে প্রতিস্থাপিত করলে একটি ও অভিন্ন একপ্রতিস্থাপিত জাতক উৎপন্ন হয়, সেই H-পরমাণুগুলিকে সমতুল্য H-পরমাণু বলা হয়।

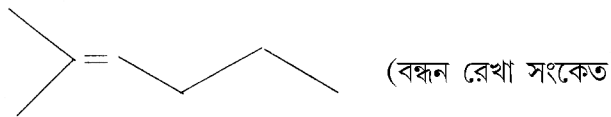
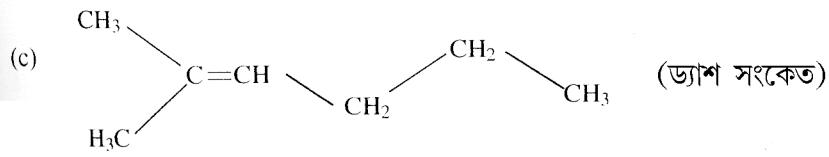
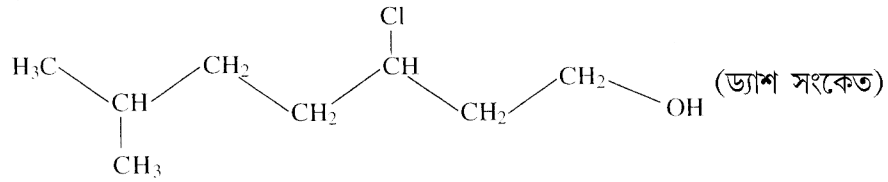
যেমন, 2-মিথাইল প্রোপেনের $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ ৭টি মিথাইল হাইড্রোজেন পরমাণুই সমতুল্য, কারণ এই H-পরমাণুগুলির যে কোন একটি H-পরমাণুকে Cl-পরমাণু দিয়ে প্রতিস্থাপিত করলে সর্বদা



মিথেনকে ক্লোরিনেশন করে মিথাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন করলে দেখা যায় যে সর্বদা একটিমাত্র মিথাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। এর ফলে প্রমাণিত হয় যে, মিথেনের চারটি H-পরমাণুই সমতুল্য।



(b) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (সংক্ষিপ্ত সংকেত)



লেখা সংকেতটি সংক্ষিপ্ত সংকেত।