নবম-দশম শ্রেণি

প্যারালাল TEXT

রসায়ন

সার্বিক ব্যবস্থাপনায়
উদ্ভাস কেমিস্ট্রি টিম

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

কৃতজ্ঞতা
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

প্রকাশনায়
উদ্ভাস একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

প্রকাশকাল
সর্বশেষ সংস্করণ: জানুয়ারি, ২০২৫ ইং

কপিরাইট © উদ্ভাস

সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত। এই বইয়ের কোনো অংশই প্রতিষ্ঠানের লিখিত অনুমতি ব্যতীত ফটোকপি, রেকর্ডিং, বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক পদ্ধতিসহ কোনো উপায়ে পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি, বিতরণ বা প্রেরণ করা যাবে না। এই শর্ত লঙ্ঘিত হলে উপযুক্ত আইনি ব্যবস্থা গ্রহণ করা হবে।

উৎসর্গ

উন্মুক্ত সুতার প্রান্তে তীক্ষ্ণ চোখের পাহারা। কাপড়ে কাপড়ে জোড়া দেওয়ার মতোই বিশ্বের সঙ্গে বাংলাদেশকে জুড়ে দিচ্ছে তারা। শৈল্পিক হাতের ছোঁয়ায় বিচ্ছিন্ন কাপড়গুলো ক্রমেই হয়ে ওঠে আমাদের আব্রু। কখনো কলেজ পড়ুয়া ছাত্রের গায়ের উদ্যমী গেঞ্জি, আবার কখনো ছোট্ট শিশুর তুলতুলে সোয়েটার-এ চলছে সেই সেলাইযুদ্ধ। অন্নহীন হয়ে বাইরে বের হওয়া সম্ভব, কিন্তু বস্ত্রহীনভাবে নয়।

বস্ত্রের কারিগর সকল গার্মেন্টস শ্রমিকের প্রতি পরম শ্রদ্ধা...

সূচিপত্র

রসায়ন

ক্র.নং	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
০১	অধ্যায়-০১ : রসায়নের ধারণা	০১-১৬
০২	অধ্যায়-০২ : পদার্থের অবস্থা	১৭-৪২
০৩	অধ্যায়-০৩ : পদার্থের গঠন	৪৩-৭৫
০৪	অধ্যায়-০৪ : পর্যায় সারণি	৭৬-১১৪
০৫	অধ্যায়-০৫ : রাসায়নিক বন্ধন	১১৫-১৪৯
০৬	অধ্যায়-০৬ : মোলের ধারণা ও রাসায়নিক গণনা	১৫০-১৮৪
০৭	অধ্যায়-০৭ : রাসায়নিক বিক্রিয়া	১৮৫-২১৯
০৮	অধ্যায়-০৮ : রসায়ন ও শক্তি	২২০-২৫৯
০৯	অধ্যায়-০৯ : এসিড-ক্ষারক সমতা	২৬০-২৮৭
১০	অধ্যায়-১০ : খনিজ সম্পদ: ধাতু-অধাতু	২৮৮-৩২১
১১	অধ্যায়-১১ : খনিজ সম্পদ: জীবাশ্ম	৩২২-৩৬৮
১২	অধ্যায়-১২ : আমাদের জীবনে রসায়ন	৩৬৯-৩৯২

Gmail

পারস্পরিক সহযোগিতা–ই পারে পৃথিবীকে আরও সুন্দর করতে...

সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,

আশা করি, এবারের 'Parallel Text' তোমাদের কাছে অনেক বেশি উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ্। বইটি সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত রাখতে আমরা চেষ্টার কোনো ত্রুটি করি নাই। তবুও কারো দৃষ্টিতে কোনো ভুল ধরা পড়লে নিম্নে উল্লেখিত ই-মেইল এ অবহিত করলে কৃতজ্ঞ থাকবো এবং আমরা তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নিব ইনশাআল্লাহ্।

Email : solutionpt.udvash@gmail.com

Email-এ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো উল্লেখ করতে হবে:

(i) 'Parallel Text' এর বিষয়ের নাম, (ii) ভার্সন (বাংলা/ইংলিশ), (iii) অধ্যায় (iv) পৃষ্ঠা নম্বর (v) প্রশ্ন নম্বর (vi) ভুলটা কী (vii) কী হওয়া উচিত বলে তোমার মনে হয়।

উদাহরণ: 'Parallel Text' রসায়ন, বাংলা ভার্সন, অধ্যায়-০৩, পৃষ্ঠা-৬৫, প্রশ্ন-০১, দেওয়া আছে, '19' কিন্তু হবে '32'।

ভুল ছাড়াও মান উন্নয়নে যেকোনো পরামর্শ আন্তরিকভাবে গ্রহণ করা হবে। পরিশেষে মহান আল্লাহ্‌র নিকট তোমাদের সাফল্য কামনা করছি।

শুভ কামনায়

উদ্ভাস রসায়ন টিম

অধ্যায় ০২

পদার্থের অবস্থা

সূচনা

তোমাদের যদি জিজ্ঞাসা করি, কী অবস্থা তোমাদের? তোমাদের উত্তর হতে পারে ভালো, খারাপ অথবা মোটামুটি। পদার্থের ক্ষেত্রেও উত্তরটা কিন্তু একইরকম পদার্থকেও যদি জিজ্ঞেস করা হয় যে, পদার্থ তোমার অবস্থা কী? পদার্থ তখন উত্তরে বলবে, আমি তিন অবস্থায় থাকতে পারি এবং সেগুলো হলো– কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়। বরফ তো আমরা সবাই চিনি; বরফের অবস্থাকে বিজ্ঞানের ভাষায় কঠিন অবস্থা বলা হয়। কিছুক্ষণ যদি বরফকে খোলা অবস্থায় রেখে দেয়া হয় বরফ ধীরে ধীরে গলতে থাকে এবং বরফ সম্পূর্ণ গলে যাওয়ার পরের অবস্থাই হলো তরল অবস্থা। অর্থাৎ, কঠিনের পরবর্তী ধাপ হলো তরল। এখন যদি তরলে আমরা আরো তাপ প্রয়োগ করি তবে তা ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হবে এবং এই অবস্থায় কিন্তু গতিশক্তি সর্বোচ্চ হবে। অর্থাৎ, তরলের পরবর্তী ধাপ হলো গ্যাসীয় অবস্থা।

তাপমাত্রার উপর বস্তুর অবস্থা ওতপ্রোতভাবে জড়িত। যখনই আমরা কোনো বস্তুর অবস্থা বর্ণনা করতে যাবো তখন অবশ্যই আমাদের তাপমাত্রার কথাও বলতে হবে। এ অধ্যায়ে আমরা কণার গতিতত্ত্ব, পদার্থের অবস্থা, পাতন ও ঊর্ধ্বপাতন সম্পর্কে জানবো।

২.১ পদার্থ ও পদার্থের অবস্থা

সংজ্ঞা

পদার্থ: যে বস্তুর নির্দিষ্ট ভর আছে এবং জায়গা দখল করে তাকে পদার্থ বলে।

পদার্থের নির্দিষ্ট কিছু বৈশিষ্ট্য রয়েছে। যেমন:

- পদার্থের ভর থাকবে।
- এদের নিজস্ব আয়তন থাকবে।
- এরা স্থান দখল করবে।
- বল প্রয়োগে বাধা দান করবে।
- পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন হবে।
- সাধারণত পদার্থ তিনটি অবস্থায় থাকতে পারে- **কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়।**

চিত্র: পদার্থের তিনটি অবস্থা

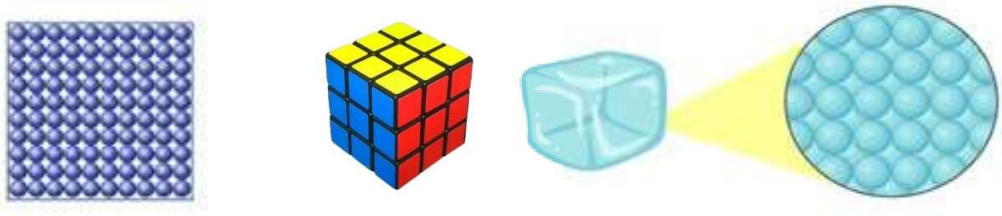
Exclusive

প্লাজমা (Plasma): প্লাজমা হচ্ছে অতি উচ্চতাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস। একে পদার্থের ৪র্থ অবস্থা বলা হয়। প্লাজমা অবস্থায় পদার্থের বিদ্যুৎ পরিবহন ক্ষমতা থাকে। আমরা এখন আপাতত পদার্থের অবস্থা বলতে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থাই বুঝবো। অর্থাৎ, পদার্থ তিন অবস্থায় থাকতে পারে।

পদার্থের তিন অবস্থার কিছু ধর্ম ও বৈশিষ্ট্য:

(i) কঠিন পদার্থ (Solids):

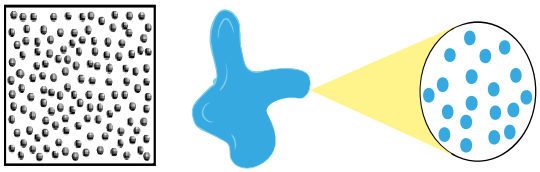
- কঠিন পদার্থের কণাগুলোর মধ্যে আন্তঃকণা আকর্ষণ বল সবচেয়ে বেশি। এ কারণে কঠিন পদার্থের কণাগুলো খুব কাছাকাছি এবং নির্দিষ্ট অবস্থানে থাকে।
- কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার থাকে।
- এদের উপর চাপ প্রয়োগ করলে এরা সংকুচিত হয় না।
- তাপমাত্রা বাড়ালে কঠিন পদার্থের আয়তন খুবই কম পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।



চিত্র: কঠিন পদার্থের গঠন

(ii) তরল পদার্থ (Liquids):

- তরল পদার্থের নির্দিষ্ট ভর ও নির্দিষ্ট আয়তন আছে, নির্দিষ্ট কোনো আকার নেই। তরল পদার্থকে যে পাত্রে রাখা হয় তরল পদার্থ সেই পাত্রের আকার ধারণ করে।
- তরল পদার্থের কণাগুলো কঠিন পদার্থের কণাগুলোর চেয়ে তুলনামূলকভাবে বেশি দূরত্বে থাকায় এদের মধ্যে আন্তঃকণা আকর্ষণ বল কঠিনের চেয়ে কম হয়।

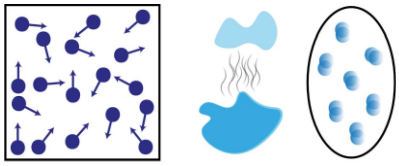


চিত্র: তরল পদার্থের গঠন

- তরল পদার্থকে চাপ প্রয়োগ করলে এদের আয়তন হ্রাস পায় না। তবে এতে তাপ প্রয়োগ করলে তরল পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি পায়। এই আয়তন বৃদ্ধির পরিমাণ কঠিন পদার্থের চেয়ে বেশি।
- তরল পদার্থ প্রবাহিত হয় তাই এদেরকে প্রবাহী পদার্থ বলে।

(iii) গ্যাসীয় বা বায়বীয় পদার্থ (Gases):

- গ্যাসীয় পদার্থের নির্দিষ্ট আকার কিংবা নির্দিষ্ট আয়তন নেই। যেকোনো পরিমাণ গ্যাসীয় পদার্থ, যেকোনো আয়তনের পাত্রে রাখলে গ্যাসীয় পদার্থ সেই পাত্রের পুরো আয়তন দখল করে।
- গ্যাসীয় পদার্থের কণাগুলো কঠিন ও তরলের চেয়ে অনেক বেশি দূরে দূরে অবস্থান করে বলে এদের আন্তঃকণা আকর্ষণ বল খুবই কম।
- গ্যাসীয় পদার্থের উপর সামান্য চাপ প্রয়োগ করলে গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন অনেক কমে যায়।
- তাপ প্রয়োগ করলে গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন অনেক বেড়ে যায়।



চিত্র: গ্যাসীয় পদার্থের গঠন

জেনে রাখো

(i) আন্তঃকণা আকর্ষণ বলের ক্রম: কঠিন > তরল > গ্যাসীয়
(ii) আয়তন বৃদ্ধির ক্রম: কঠিন < তরল < গ্যাসীয়

পদার্থের কঠিন অবস্থা, তরল অবস্থা এবং গ্যাসীয় অবস্থার পার্থক্য:

কঠিন	তরল	গ্যাসীয়
(i) কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট ভর, নির্দিষ্ট আকার ও নির্দিষ্ট আয়তন আছে।	(i) নির্দিষ্ট ভর ও আয়তন আছে, কিন্তু নির্দিষ্ট কোনো আকার নেই।	(i) গ্যাসীয় পদার্থের নির্দিষ্ট ভর আছে কিন্তু নির্দিষ্ট আকার কিংবা আয়তন নেই।
(ii) কঠিন পদার্থের কণাগুলোর মধ্যে আন্তঃকণা আকর্ষণ বল সবচেয়ে বেশি।	(ii) কণাগুলোর মধ্যে আন্তঃকণা আকর্ষণ বল কঠিনের চেয়ে কম।	(ii) কণাগুলোর মধ্যকার আন্তঃকণা আকর্ষণ বল খুবই কম, তাই এরা মুক্তভাবে চলাচল করে।
(iii) কঠিন পদার্থের কণাগুলো খুব কাছাকাছি এবং নির্দিষ্ট অবস্থানে থাকে।	(iii) তরলের কণাগুলো কঠিন পদার্থের কণাগুলোর চেয়ে তুলনামূলকভাবে বেশি দূরত্বে থাকে।	(iii) গ্যাসীয় পদার্থের কণাগুলো কঠিন ও তরলের চেয়ে অনেক বেশি দূরে দূরে অবস্থান করে।
(iv) তাপমাত্রা বাড়ালে কঠিন পদার্থের আয়তন খুবই কম পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।	(iv) তাপ প্রয়োগ করলে তরল পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি পায়। এই আয়তন বৃদ্ধির পরিমাণ কঠিন পদার্থের চেয়ে বেশি। কিন্তু গ্যাসীয় পদার্থের তুলনায় কম।	(iv) তাপ প্রয়োগ করলে গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন অনেক বেড়ে যায়।
(v) কঠিন পদার্থের অণুসমূহের আন্তঃআণবিক দূরত্ব সবচেয়ে কম।	(v) অণুসমূহের আন্তঃআণবিক দূরত্ব কঠিনের চেয়ে বেশি।	(v) অণুসমূহের আন্তঃআণবিক দূরত্ব সবচেয়ে বেশি।
(vi) কঠিন পদার্থের উপর চাপ প্রয়োগ করলে এরা সংকুচিত হয় না।	(vi) তরল পদার্থকে চাপ প্রয়োগ করলে এদের আয়তন হ্রাস পায় না বললেই চলে। তবে গ্যাসীয় পদার্থের তুলনায় তরলের উপর চাপের প্রভাব অত্যন্ত কম কিন্তু কঠিনের তুলনায় বেশি।	(vi) সামান্য চাপ প্রয়োগে আয়তন অনেক কমে যায়।

মনে রাখবে

তাপমাত্রা পরিবর্তনে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন হয় কেন?

তাপ প্রয়োগ করলে অতিরিক্ত শক্তি লাভের ফলে অণুর কম্পন বেড়ে যায়। ফলে অণুগুলো পরস্পর হতে দূরে সরে যায়। আরও বেশি তাপ প্রয়োগ করলে পরস্পরের মধ্যে দূরত্ব আরও বৃদ্ধি পায়, ফলে আন্তঃআণবিক শক্তি কমে। এতে অণুগুলো বেশ স্বাধীনভাবে চলাচল করতে পারে। এ অবস্থায় কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয়। এরপর আরো তাপ প্রয়োগ করলে অণুগুলো এতো দ্রুত চলাচল করে যে কিছু অণু আন্তঃআণবিক শক্তি পরাভূত করে তরল পদার্থের অন্যান্য অণুগুলোকে ছেড়ে উপরের দিকে উঠে যায়। এভাবে পদার্থ তরল থেকে গ্যাসীয় পদার্থে রূপান্তরিত হয়। অতএব, দেখা যাচ্ছে যে তাপ প্রয়োগ করলে পদার্থের অণুগুলোর কম্পন বৃদ্ধি পায়। ফলে ধীরে ধীরে অবস্থার পরিবর্তন ঘটে।

২.২ কণার গতিতত্ত্ব

সংজ্ঞা

কণার গতিতত্ত্ব: আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি এবং কণাগুলোর গতিশক্তি দিয়ে পদার্থের কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থা ব্যাখ্যা করার তত্ত্বকেই কণার গতিতত্ত্ব বলা হয়।

আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি: সকল পদার্থই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা দ্বারা গঠিত। এই কণাগুলো একে অপরকে আকর্ষণ করে যাকে আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি বলা হয়।

➲ গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:

- কঠিন অবস্থায় পদার্থের আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি খুব বেশি থাকে এবং গতিশক্তি খুব কম থাকে।
- তাপ বাড়তে থাকলে কণাগুলোর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় এবং আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি কমে যায়। ফলে পদার্থ এমন একটি অবস্থায় চলে যায় যেখানে এটির আয়তন নির্দিষ্ট থাকলেও নির্দিষ্ট আকার থাকে না। এটি তরল অবস্থা।
- তাপ আরো বাড়ালে কণাগুলোর গতিশক্তি এত বেড়ে যায় যে আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি প্রায় থাকে না, ফলে পদার্থের নির্দিষ্ট কোনো আয়তন বা আকার থাকে না। এটি গ্যাসীয় অবস্থা।

চিত্র: তাপমাত্রার পরিবর্তনে পদার্থের গতিশক্তির পরিবর্তন

চিন্তা করো

তাপমাত্রা বাড়লে গ্যাসের চাপ বা আয়তন বাড়ে কেন?

গ্যাসীয় পদার্থের কণাগুলো প্রায় স্বাধীনভাবে চলাচল করে এবং প্রতিনিয়ত পাত্রের দেয়ালে বল প্রয়োগ করতে থাকে। আর এই বল প্রয়োগের কারণেই চাপের সৃষ্টি হয়। গ্যাসীয় বস্তুর আন্তঃকণা আকর্ষণ বল কম এবং গতিশক্তি বেশি থাকে। তাপমাত্রা বাড়ানোর অর্থই হলো কণাগুলোর গতিশক্তি বাড়িয়ে দেয়া। গতিশক্তি বৃদ্ধি পেলে গ্যাসের অণু পাত্রের দেয়ালে অধিক বল প্রয়োগ করে। আবার, তাপ বাড়ালে অণুগুলো পরস্পর থেকে দূরে সরে যায় এবং আয়তন বৃদ্ধি পায়।

টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান

- পদার্থ ও পদার্থের অবস্থা
- কণার গতিতত্ত্ব

বোর্ড MCQ ও সমাধান

01. তাপ প্রয়োগ করলে কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয়। কারণ- [ঢা.বো.'২০]

(i) আন্তঃআণবিক শক্তি হ্রাস পায়

(ii) অণুর গতিশক্তি বৃদ্ধি ঘটে

(iii) আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii

(c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓐ

02. তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে অবস্থার পরিবর্তন হলেও কোনটি পরিবর্তিত হয় না? [ঢা.বো.'১৯]

(a) অণুর গঠন (b) আন্তঃআণবিক দূরত্ব

(c) ঘনমাত্রা (d) নিজস্ব বৈশিষ্ট্য ⓐ

03. পদার্থ সাধারণত কয় অবস্থায় থাকে? [ঢা.বো.'১৭]

(a) ২ (b) ৩

(c) ৪ (d) ৫ ⓑ

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

A, B ও C একই পদার্থের তিনটি অবস্থা নির্দেশ করলে

$$A(s) \underset{-\Delta}{\overset{+\Delta}{\rightleftharpoons}} B(l) \underset{-\Delta}{\overset{+\Delta}{\rightleftharpoons}} C(g)$$

04. B-এর ক্ষেত্রে- [কু.বো.'১৭]

(i) আন্তঃআণবিক আকর্ষণ A অপেক্ষা কম

(ii) নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে

(iii) চাপে আয়তন স্বল্পমাত্রায় সংকোচনশীল

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii

(c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓑ

05. A এর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [কু.বো.'১৭]

(a) আন্তঃআণবিক শক্তি কম

(b) চাপের ফলে অতিমাত্রায় সংকোচনশীল

(c) নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে

(d) তাপ ও চাপে অপরিবর্তনশীল ⓒ

বোর্ড সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

➲ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন:

01. কণার গতিতত্ত্ব কাকে বলে? [দি.বো.'২৪; কু.বো'২৩; সি.বো'২২]

উত্তর: আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি এবং কণাগুলোর গতিশক্তি দিয়ে পদার্থের কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থা ব্যাখ্যা করার তত্ত্বকেই কণার গতিতত্ত্ব বলা হয়।

02. আন্তঃআণবিক শক্তি কাকে বলে? [দি. বো.'১৯]

উত্তর: কোনো পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বলের কারণে উদ্ভূত বন্ধনশক্তিকে বলা হয় আন্তঃআণবিক শক্তি।

➲ অনুধাবনমূলক প্রশ্ন:

01. কণার গতিতত্ত্ব ব্যাখ্যা কর। [ম.বো.'২৩]

উত্তর: আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি এবং কণাগুলোর গতিশক্তি দিয়ে পদার্থের কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থা ব্যাখ্যা করার তত্ত্বকেই কণার গতিতত্ত্ব বলে।

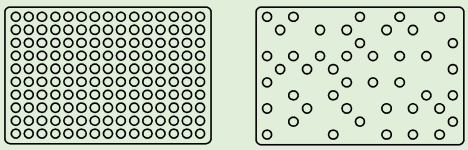
আমরা জানি, সকল পদার্থই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা দ্বারা গঠিত। এই কণাগুলো একে অপরকে আকর্ষণ করে যাকে আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি বলে। আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি কণার গতিতত্ত্বের একটি উল্লেখযোগ্য অংশ। তাপমাত্রা বাড়ালে পদার্থের কণার কম্পন শক্তি বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ, কণার গতিশক্তির বৃদ্ধির ফলে এরা পরস্পর থেকে দূরে সরে যেতে থাকে এবং এদের ভৌত অবস্থার ক্রমান্বয়ে পরিবর্তন হতে থাকে।

➲ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন:

01. একটি পদার্থের গলনাঙ্ক এবং স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে 133°C ও 242°C, পদার্থটির আণবিক ভর 60. [য.বো.'২৪]

(ঘ) পদার্থটির তাপীয় বক্ররেখার প্রথম এবং শেষ বিন্দুতে কণাসমূহের মধ্যকার গতিশক্তির তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) উত্তর: উদ্দীপকে উল্লিখিত পদার্থটি হচ্ছে ইউরিয়া। ইউরিয়ার তাপীয় বক্ররেখার প্রথম এবং শেষ বিন্দুতে অর্থাৎ কঠিন ও বায়বীয় অবস্থায় কণাসমূহের মধ্যে গতিশক্তির ব্যাপক পার্থক্য রয়েছে। নিচে বিশ্লেষণ করা হলো:



কঠিন অবস্থা গ্যাসীয় অবস্থা

কঠিন অবস্থায় ইউরিয়ার কণাসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল বেশি থাকে এবং আন্তঃআণবিক দূরত্ব কম থাকে। ফলে কণাসমূহ একে অপরের অনেক কাছে থাকে। যার কারণে কণার গতিশক্তি তুলনামূলক কম থাকে। গ্যাসীয় অবস্থায় ইউরিয়া কণাসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল খুবই কম থাকে আন্তঃআণবিক দূরত্ব অনেক বেশি থাকে। ফলে কণাসমূহ একে অপরের থেকে অনেক দূরে থাকে এবং খুব দ্রুত ছোটাছুটি করে। এ কারণে কণার গতিশক্তি তুলনামূলক অনেক বেশি থাকে। অর্থাৎ কঠিন অবস্থায় কণাসমূহের গতিশক্তি বায়বীয় অবস্থায় কণার গতিশক্তির তুলনায় অনেক কম থাকে।

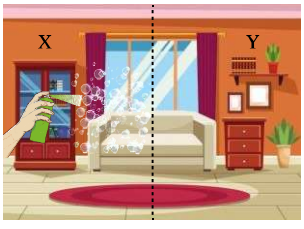
২.৩ ব্যাপন

সংজ্ঞা

ব্যাপন: কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের স্বতঃস্ফূর্ত ও সমানভাবে ছড়িয়ে পড়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে।

➲ গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:

- ব্যাপন প্রক্রিয়ায় কঠিন, তরল বা বায়বীয় পদার্থ উচ্চ ঘনমাত্রার স্থান থেকে নিম্ন ঘনমাত্রার স্থানের দিকে সমানভাবে ছড়িয়ে পড়ে।
- তাপ প্রয়োগে ব্যাপন হার বৃদ্ধি পায়।
- **ব্যাপন হারের সঠিক ক্রম:** গ্যাস > তরল > কঠিন
- CO_2 এবং N_2O এর মধ্যে উভয়ের ব্যাপনের হার সমান কেননা উভয় গ্যাসের আণবিক ভর সমান (44)।



চিত্র: স্প্রে করার মুহূর্তে

চিত্র: স্প্রে করার কিছুক্ষণ পরে

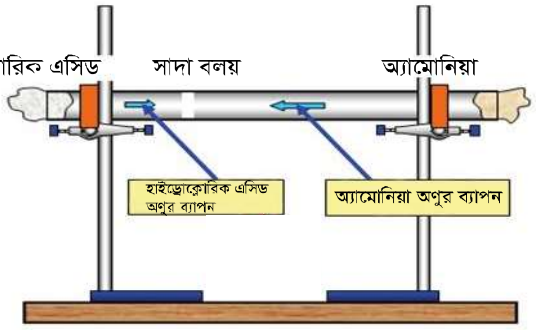
Exclusive

একক সময়ে যে পরিমাণ অণু বা কণা ব্যাপন প্রক্রিয়ায় উচ্চ ঘনত্বের স্থান থেকে নিম্ন ঘনত্বের স্থানে ছড়িয়ে পড়ে তাই ব্যাপনের হার।
মনে করি, কোনো একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি পাত্র হতে t সেকেন্ডে V m^3 গ্যাস নির্গত হলো।
সুতরাং, ব্যাপনের হার $= \frac{\text{নির্গত গ্যাসের আয়তন}}{\text{সময়}}$ [ব্যাপন হারের সংজ্ঞা অনুযায়ী]
সুতরাং, গ্যাসটির ব্যাপনের হার, $r = \frac{V}{t}\ m^3s^{-1}$

চিত্র: ব্যাপন প্রক্রিয়া

➲ হাইড্রোক্লোরিক এসিড ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের ব্যাপন পরীক্ষা:

দুই মুখ খোলা একটি লম্বা কাচনল এবং দুই খণ্ড তুলা নিই। এক খণ্ড তুলাকে ঘন হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) দ্রবণে ভিজাই এবং অপর খণ্ড তুলা অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NH_4OH) দ্রবণে ভিজাই। এবার ঐ লম্বা কাচনলটির এক মুখে হাইড্রোক্লোরিক এসিড দ্রবণে সিক্ত তুলা এবং অপর মুখে অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণে সিক্ত তুলা দিয়ে বন্ধ করি। এখানে হাইড্রোক্লোরিক এসিড দ্রবণ থেকে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস এবং অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণ থেকে অ্যামোনিয়া (NH_3) গ্যাস ব্যাপিত হবে।



চিত্র: দুটি গ্যাসের ব্যাপন

কিছুক্ষণের মধ্যে কাচনলের ভিতরে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস ও অ্যামোনিয়া গ্যাস পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের (NH_4Cl) সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি করেছে। অর্থাৎ, $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$।
একটা মজার ব্যাপার হলো সাদা ধোঁয়ার (বলয়ের) অবস্থান কিন্তু কাচনলের ঠিক মাঝামাঝি হবে না। এটি হাইড্রোক্লোরিক এসিড দ্রবণের কাছে এবং অ্যামোনিয়া দ্রবণ থেকে দূরে অবস্থান করবে। অর্থাৎ, একই সময়ে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস কম দূরত্ব এবং অ্যামোনিয়া গ্যাস বেশি দুরত্ব অতিক্রম করেছে। অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক এসিডের ব্যাপন হারের পার্থক্যের কারণে এমনটি হয়েছে।

Exclusive

আণবিক ভর বেশি হলে গ্যাসের ব্যাপন হার কম হয়। ব্যাপনের হারের সাথে গ্যাসের আণবিক ভরের সম্পর্ক বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক, অর্থাৎ যে গ্যাসের আণবিক ভর যত কম তার ব্যাপন হার তত বেশি। অর্থাৎ, $r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$; এখানে, $r \rightarrow$ ব্যাপন হার এবং $M \rightarrow$ আণবিক ভর।

➲ H_2, NH_3, He, CO_2, N_2, O_2 গ্যাসগুলোকে ব্যাপনের ক্রম:

H_2, NH_3, He, CO_2, N_2 এবং O_2 গ্যাসগুলোর আণবিক ভর যথাক্রমে 2, 17, 4, 44, 28 এবং 32। এই গ্যাসগুলোর মধ্যে H_2 এর আণবিক ভর সবচেয়ে কম। তাই H_2 এর ব্যাপন হার সবচেয়ে বেশি হবে এবং CO_2 এর আণবিক ভর সবচেয়ে বেশি, কাজেই CO_2 এর ব্যাপন হার সবচেয়ে কম হবে। অর্থাৎ ব্যাপন হারের সঠিক ক্রম:

$$H_2 > He > NH_3 > N_2 > O_2 > CO_2$$

২.৪ নিঃসরণ

সংজ্ঞা

নিঃসরণ: সরু ছিদ্রপথে কোনো গ্যাসের অণুসমূহের উচ্চচাপের স্থান থেকে নিম্নচাপের স্থানের দিকে সজোরে বেরিয়ে আসার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে।

➲ **গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:**

- নিঃসরণ প্রক্রিয়ায় চাপের প্রভাব রয়েছে।
- চাপ বাড়লে নিঃসরণের হারও বাড়ে।
- স্কচটেপসহ বেলুনে ছিদ্র করে গ্যাস বের হওয়া, সিলিণ্ডার থেকে জ্বালানি গ্যাস বের হওয়া ইত্যাদি ক্ষেত্রে নিঃসরণের ঘটনা ঘটে।
- বাসাবাড়ির সিলিণ্ডারে ব্যবহৃত হাইড্রোকার্বন মূলত: প্রোপেন, বিউটেন। এদের উচ্চচাপে সংকুচিত করে তরলে পরিণত করে সিলিণ্ডারে রাখা হয়।
- যানবাহনে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহৃত সিনএনজি (CNG: Compressed Natural Gas) হলো উচ্চচাপে সংকুচিত প্রাকৃতিক গ্যাস মিথেন (CH_4)।

ব্যাপন ও নিঃসরণের মধ্যে পার্থক্য:

ব্যাপন	নিঃসরণ
(i) কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের স্বতঃস্ফূর্ত ও সমানভাবে উচ্চ ঘনমাত্রার স্থান থেকে নিম্ন ঘনমাত্রার স্থানের দিকে ছড়িয়ে পড়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে।	(i) সরু ছিদ্র পথে কোনো গ্যাসের অণুসমূহের উচ্চ চাপের স্থান থেকে নিম্নচাপের স্থানের দিকে স্বজোরে বেরিয়ে আসার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে।
(ii) ব্যাপনের ক্ষেত্রে চাপের প্রভাব নেই।	(ii) নিঃসরণের ক্ষেত্রে চাপের প্রভাব রয়েছে।
(iii) ব্যাপনে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থ সমানভাবে ছড়িয়ে পরে।	(iii) নিঃসরণে শুধু গ্যাসীয় পদার্থ গ্যাসীয় মাধ্যমে সজোরে বেরিয়ে আসে।
(iv) ব্যাপনের ক্ষেত্রে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থ কোনো সরু ছিদ্র ব্যবহার করে না।	(iv) নিঃসরণের ক্ষেত্রে গ্যাসীয় পদার্থ সরু ছিদ্রপথ দিয়ে বেরিয়ে আসে।
(v) এটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া কারণ চাপের প্রভাব নেই।	(v) স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া নয় কারণ চাপের প্রভাব বিদ্যমান।

টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান

■ ব্যাপন ■ নিঃসরণ

বোর্ড MCQ ও সমাধান

01. কোনটির ব্যাপন হার কম? [চ.বো.'২৪; সি.বো'২২; ম.বো'২২]
(a) অ্যামোনিয়া (b) নাইট্রোজেন
(c) ইথাইন (d) নিয়ন ⓑ
সমাধান: (আণবিক ভর বেশি হলে ব্যাপন হার কম হবে।
$M_{NH_3} = 17$; $M_{N_2} = 28$
$M_{C_2H_2} = 26$; $M_{Ne} = 20$
N_2 এর আণবিক ভর সর্বাধিক বিধায় ব্যাপন হার কম।

02. কোন গ্যাসটির ব্যাপনের হার বেশি? [কু.বো.'২৪; ঢা. বো.'২২; য. বো.'২২; চ. বো.'২০]
(a) ইথিলিন (b) অ্যামোনিয়া
(c) নাইট্রোজেন (d) ফ্লোরিন ⓑ
সমাধান: যার আণবিক ভর যত কম তার ব্যাপন হার তত বেশি।
$M_{C_2H_4} = 28$; $M_{NH_3} = 17$
$M_{N_2} = 28$; $M_{F_2} = 38$
যেহেতু NH_3 এর আণবিক ভর সবচেয়ে কম, তাই ব্যাপন হার বেশি হবে।

03. কোন গ্যাসদ্বয়ের ব্যাপন হার সমান? [য.বো.'২৩]
(a) CO, NO (b) CO_2, N_2O
(c) N_2O, NO_2 (d) CO_2, NO_2 ⓑ
সমাধান: যেসব গ্যাসদ্বয়ের আণবিক ভর সমান তাদের ব্যাপন হার সমান।
CO_2এর আণবিক ভর = 44; N_2O এর আণবিক ভর = 44

04. নিচের কোনটির নিঃসরণের হার বেশি?
[দি.বো.'২৩; দি.বো'২২, ২০; ম.বো'২০]
(a) H_2O (b) CO_2 (c) NH_3 (d) CH_4 ⓓ
সমাধান: কোন পদার্থের আণবিক ভর বাড়লে তার ব্যাপন ও নিঃসরণের হার কমতে থাকে।
$M(H_2O) = 18$; $M(CO_2) = 44$
$M(NH_3) = 17$; $M(CH_4) = 16$
∴ নিঃসরণের হারের ক্রম: $CH_4 > NH_3 > H_2O > CO_2$

05. ব্যাপন হার নির্ভর করে- [ম.বো.'২৩]
(i) মাধ্যমের প্রকৃতির উপর (ii) পদার্থের আণবিক ভরের উপর
(iii) তাপমাত্রার উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓓ

06. ব্যাপনের ক্ষেত্রে কোন ক্রমটি সঠিক? [ব.বো.'২২]
(a) $CH_4 > CO_2 > NH_3$ (b) $NH_3 > H_2S > CO_2$
(c) $NH_3 > CH_4 > CO_2$ (d) $CH_4 > SO_2 > CO_2$ ⓑ
সমাধান: NH_3এর আণবিক ভর 17, H_2S এর আণবিক ভর 34, CO_2 এর আণবিক ভর 44।
∴ ব্যাপন হার এর ক্ষেত্রে, $NH_3 > H_2S > CO_2$

07. সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি করে কোনটি? [ঢা.বো.'২০]
(a) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (b) অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড
(c) ন্যাপথালিন (d) কর্পূর ⓐ
সমাধান: আণবিক ভর যার সবচেয়ে কম তার ব্যাপন হার বেশি।

08. নিচের কোনটির ব্যাপন আগে হবে? [সি.বো.'২০]
(a) $NH_3(g)$ (b) $H_2O(g)$
(c) $CO_2(g)$ (d) $SO_2(g)$ ⓐ

09. He, H_2, O_2, N_2 এর ব্যাপন হারের অধঃক্রম কোনটি? [ব.বো.'২০]
(a) N_2, O_2, He, H_2 (b) He, H_2, N_2, O_2
(c) H_2, He, N_2, O_2 (d) O_2, N_2, He, H_2 ⓒ
সমাধান: আণবিক ভর যত বেশি ব্যাপন হার তত কম। অধঃক্রম বলতে বড় থেকে ছোট বোঝায়।
ব্যাপন হারের অধঃক্রম $H_2 > He > N_2 > O_2$

10. কোনটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া? [দি.বো.'১৯]
(a) ব্যাপন (b) নিঃসরণ ⓐ
(c) স্ফুটন (d) ঊর্ধ্বপাতন

বোর্ড সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

➲ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন:

01. **নিঃসরণ কাকে বলে?** [ঢা.বো.'২৪; রা.বো.'২৩, ১৭; ব.বো.'২৩, ২০, ১৯; য.বো.'২৩, ২০; কু.বো.'২৩; ১৭; সি. বো.'২২ দি.বো.'২২; চ.বো.'২০; চ.বো.'১৬]
উত্তর: সরু ছিদ্রপথে কোনো গ্যাসীয় অণুসমূহ উচ্চচাপের স্থান থেকে নিম্নচাপের স্থানের দিকে সজোরে বেরিয়ে আসার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে।

02. ব্যাপন কাকে বলে? [কু.বো.'২৪; সি.বো'২৪]
উত্তর: কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের স্বতঃস্ফূর্ত ও সমানভাবে ছড়িয়ে পড়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে।

➲ অনুধাবনমূলক প্রশ্ন:

01. ব্যাপন একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া- ব্যাখ্যা কর। [ব.বো.'২৪]
উত্তর: কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল বা বায়বীয় পদার্থের স্বতঃস্ফূর্ত ও সমানভাবে ছড়িয়ে পড়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে। যেমন: সুগন্ধ ছড়িয়ে পড়া, পানিতে রং মেশানো প্রভৃতি।
ব্যাপন প্রক্রিয়ায় কঠিন, তরল বা বায়বীয় পদার্থের কণা স্বতঃস্ফূর্তভাবে ও সমানভাবে উচ্চ ঘনমাত্রার স্থান থেকে নিম্ন ঘনমাত্রার স্থানে ছড়িয়ে পড়ে। সুতরাং, ব্যাপন একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া।

02. বডি স্প্রেতে আগে নিঃসরণ এবং পরে ব্যাপন ঘটে- ব্যাখ্যা কর। [সি.বো.'২৩]
উত্তর: বডি স্প্রেতে আগে নিঃসরণ এবং পরে ব্যাপন ঘটে।
আমরা জানি, কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের স্বতঃস্ফূর্ত ও সমভাবে ছড়িয়ে পড়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে। আর সরু ছিদ্র পথে উচ্চ চাপের স্থান থেকে কোনো গ্যাস নিম্নচাপের স্থানের দিকে সজোরে বের হওয়ার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে। বডি স্প্রেতে চাপ দিলে ক্যান থেকে সজোরে চাপের প্রভাবে প্রথমে স্প্রে বের হয় যা নিঃসরণ এবং তা পরে ধীরে ধীরে চারিদিকে ছড়িয়ে পরে যা ব্যাপন।

03. ব্যাপন ও নিঃসরণের মূল পার্থক্য ব্যাখ্যা কর। [ম.বো.'২৩]

উত্তর: ব্যাপন ও নিঃসরণের মূল পার্থক্য:

ব্যাপন	নিঃসরণ
(i) কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের স্বতঃস্ফূর্ত ও সমানভাবে উচ্চ ঘনমাত্রার স্থান থেকে নিম্ন ঘনমাত্রার স্থানের দিকে ছড়িয়ে পড়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে।	(i) সরু ছিদ্র পথে কোনো গ্যাসের অণুসমূহের উচ্চ চাপের স্থান থেকে নিম্নচাপের স্থানের দিকে স্বজোরে বেরিয়ে আসার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে।
(ii) ব্যাপনের ক্ষেত্রে চাপের প্রভাব নেই।	(ii) নিঃসরণের ক্ষেত্রে চাপের প্রভাব রয়েছে।
(iii) ব্যাপনে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থ সমানভাবে ছড়িয়ে পরে।	(iii) নিঃসরণে শুধু গ্যাসীয় পদার্থ গ্যাসীয় মাধ্যমে সজোরে বেরিয়ে আসে।
(iv) ব্যাপনের ক্ষেত্রে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থ কোনো সরু ছিদ্র ব্যবহার করে না।	(iv) এটি নিঃসরণের ক্ষেত্রে গ্যাসীয় পদার্থ সরু ছিদ্রপথ দিয়ে বেরিয়ে আসে।
(v) এটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া কারণ চাপের প্রভাব নেই।	(v) স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া নয় কারণ চাপের প্রভাব বিদ্যমান।

➲ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন:

01. i. $S + O_2 \longrightarrow$ 'M' গ্যাস [কু.বো.'২৪]

ii. $N_2 + 3H_2 \longrightarrow$ '2T' গ্যাস

(গ) M ও T গ্যাস দুটির ব্যাপন হারের তুলনামূলক বর্ণনা দাও। ৩

(গ) **উত্তর:** উদ্দীপকের M ও T গ্যাসদ্বয় হলো যথাক্রমে SO_2 ও NH_3। এদের মধ্যে ব্যাপন হার নির্ভর করে আণবিক ভরের ওপর। (i) নং বিক্রিয়া হতে,

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2 \text{ (M গ্যাস)}$$

∴ গ্যাসটি হলো SO_2, যার আণবিক ভর = 64

(ii) নং বিক্রিয়া হতে,

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3 \text{ (T গ্যাস)}$$

∴ T গ্যাসটি হলো NH_3 গ্যাস, যার আণবিক ভর = 17.

আমরা জানি, যে গ্যাসের আণবিক ভর যত কম তার ব্যাপন হার তত বেশি এবং যার আণবিক ভর যত বেশি তার ব্যাপন হার তত কম। ∵ SO_2 অপেক্ষা NH_3 এর আণবিক ভর কম।

∴ SO_2 অপেক্ষা NH_3 এর ব্যাপন হার বেশি।

তাই বলা যায়, উদ্দীপকের M ও T গ্যাস অর্থাৎ SO_2 ও NH_3 গ্যাসদ্বয়ের মধ্যে NH_3 গ্যাসের ব্যাপন হার বেশি।

02. $C_2H_2 + H_2 \xrightarrow[\Delta]{Ni} X\,(g)$; $S + O_2 \xrightarrow{\Delta} Y\,(g)$ [য.বো.'২৪]

$N_2 + H_2 \xrightarrow{\Delta} Z(g)$; $Z + HCl \longrightarrow M$

(গ) X, Y ও Z এর ব্যাপন হারের ক্রম ব্যাখ্যা কর। ৩

(গ) **উত্তর:** উদ্দীপকের X, Y ও Z মৌলত্রয় হলো C_2H_6, SO_2 ও NH_3। মৌল তিনটির ব্যাপন হারের ক্রম নির্ভর করে এদের আণবিক ভরের ওপর। উক্ত বিক্রিয়াগুলো হতে পাই,

$$C_2H_2 + 2H_2 \xrightarrow[\Delta]{Ni} C_2H_6(g)$$

[বি.দ্র: এই বিক্রিয়ায় অ্যালকাইনের হাইড্রোজেনেশন এর ফলে সরাসরি অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। যদি প্রভাবক হিসেবে Pd-$BaSO_4$ ব্যবহার করি তবে অ্যালকিন উৎপন্ন হতো। যেহেতু এই প্রভাবকের উল্লেখ নেই তাই এখানে অ্যালকেন উৎপন্ন হবে।]

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2(g)$$

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3(g)$$

∴ X, Y এবং Z গ্যাসগুলো যথাক্রমে C_2H_6, SO_2 এবং NH_3।

আমরা জানি, যে গ্যাসের আণবিক ভর যত কম তার ব্যাপনের হার তত বেশি।

C_2H_6 এর আণবিক ভর $= (2 \times 12) + (1 \times 6)$

$= 24 + 6 = 30$

SO_2 এর আণবিক ভর $= 32 + (2 \times 16)$

$= 32 + 32 = 64$

এবং NH_3 এর আণবিক ভর $= 14 + 3 = 17$

অর্থাৎ, NH_3 এর আণবিক ভর < C_2H_6 এর আণবিক ভর < SO_2 এর আণবিক ভর

তাই, NH_3 এর ব্যাপন হার > C_2H_6 এর ব্যাপন হার > SO_2 এর ব্যাপন হার।

তাই বলা যায় উদ্দীপকের X, Y ও Z গ্যাসে ব্যাপন হারের ক্রম হবে, X > Y > Z

03. [দি.বো.'২৩]

মৌল	পর্যায়	গ্রুপ
X	2	15
Y	3	17

[X, Y কোনো মৌলের প্রতীক নয়, প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত।]

(ঘ) 'X_2' ও 'Y_2' গ্যাস দুইটির ব্যাপন হার এর তুলনা কর।

(ঘ) **উত্তর:** X_2 ও Y_2 গ্যাস দুইটির ব্যাপন হার নির্ভর করে এদের আণবিক ভরের উপর।

উদ্দীপকের X_2 গ্যাসটি হলো নাইট্রোজেন গ্যাস। এর অবস্থান 2 নং পর্যায়ের 15 নং গ্রুপে। তাই এ গ্যাসটির আণবিক ভর, $M_{N_2} = 28$। আবার, Y_2 ৩য় পর্যায়ের 17 নং গ্রুপে অবস্থিত বলে এটি Cl_2 গ্যাস। এ গ্যাসটির আণবিক ভর $35.5 \times 2 = 71$।

২০-২১ শিক্ষাবর্ষ

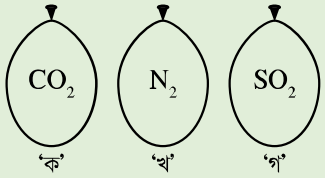
আমরা জানি, কোনো রাসায়নিক পদার্থ স্বতঃস্ফূর্তভাবে ছড়িয়ে পড়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে এবং যেটি হালকা সেটি খুব দ্রুত ছড়িয়ে পড়ে অর্থাৎ, যার আণবিক ভর কম তার ব্যাপন হার বেশি আবার যার আণবিক ভর বেশি তার ব্যাপন হার কম।

উদ্দীপকে দেখা যায় X_2 গ্যাসটি তথা N_2 এর আণবিক ভর 28 আবার Y_2 হচ্ছে Cl_2 যার আণবিক ভর 71। যেহেতু N_2 এর আণবিক ভর Cl_2 এর আণবিক ভর থেকে কম সেহেতু N_2 তুলনামূলকভাবে Cl_2 এর থেকে হালকা, সুতরাং ব্যাপিত হতে বা ছড়িয়ে পড়তে কম সময় লাগবে অর্থাৎ, ব্যাপন হার বেশি হবে।

এক্ষেত্রে- $M_{Cl_2} > M_{N_2}$; তাই, $r_{N_2} > r_{Cl_2}$

সুতরাং Cl_2 গ্যাসের ব্যাপন হার কম এবং N_2 গ্যাসের ব্যাপন হার বেশি।

04. [ঢা. বো.'২২]



(ঘ) উদ্দীপকের 'ক' 'খ' এবং 'গ' বেলুনের গ্যাসসমূহকে ব্যাপন হারের অধঃক্রম অনুসারে সাজিয়ে কারণ ব্যাখ্যা করো। ৪

(ঘ) উত্তর: উদ্দীপকের 'ক', 'খ' ও 'গ' বেলুনের গ্যাসত্রয় যথাক্রমে CO_2, N_2 ও SO_2। এদের ব্যাপন হারের ক্রম নির্ভর করে আণবিক ভরের তারতম্যের উপর। যে গ্যাসের আণবিক ভর সবচেয়ে কম, তার ব্যাপন হার সবচেয়ে বেশি।

কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল বা বায়বীয় পদার্থের স্বতঃস্ফূর্ত ও সমানভাবে ছড়িয়ে পড়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে।

যে গ্যাসের আণবিক ভর যত কম, তার ছড়িয়ে পড়ার হার বা ব্যাপন হার তত বেশি। CO_2 গ্যাসের আণবিক ভর $44\ g\ mol^{-1}$, N_2 গ্যাসের $28\ g\ mol^{-1}$ এবং SO_2 গ্যাসের $64\ g\ mol^{-1}$। এক্ষেত্রে আণবিক ভরের ক্রম:

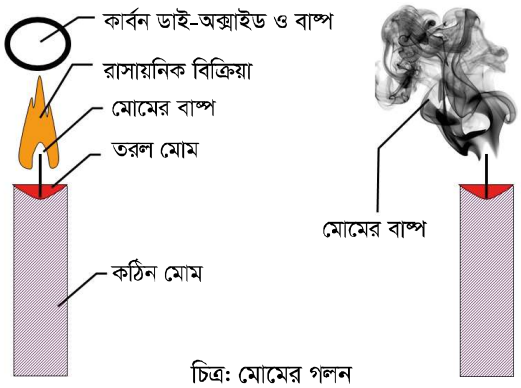
$$M_{SO_2} > M_{CO_2} > M_{N_2}$$

তাই গ্যাসগুলোর ব্যাপন হারের অধঃক্রমটি হবে:

$$r_{N_2} > r_{CO_2} > r_{SO_2}$$

উপরোক্ত আলোচনায় দেখা যায়, N_2 গ্যাসের আণবিক ভর সবচেয়ে কম হওয়ায় এর ব্যাপন হার সবচেয়ে বেশি। SO_2 গ্যাসের আণবিক ভর সবচেয়ে বেশি হওয়ায় এর ব্যাপন হার সবচেয়ে কম। অতএব, গ্যাসগুলোর ব্যাপন হারের অধঃক্রম: $r_{N_2} > r_{CO_2} > r_{SO_2}$।

২.৫ মোমবাতির প্রজ্বলন এবং মোমের তিন অবস্থা



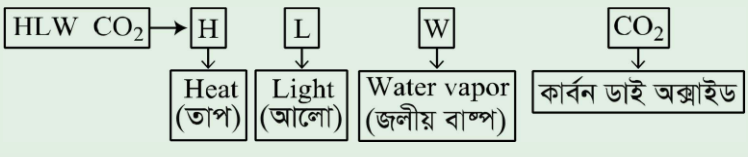
চিত্র: মোমের গলন

➲ **গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:**

- মোম হলো বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। হাইড্রোজেন এবং কার্বন মিলে গঠিত জৈব যৌগই হলো হাইড্রোকার্বন।
- মোমের জ্বলনে আমরা মোমের কঠিন, তরল এবং গ্যাসীয় এই তিনটি অবস্থাই দেখতে পাই। মোম জ্বালালে সুতার চারদিকে হাইড্রোকার্বন অণুগুলো তাপে গলে তরলে পরিণত হয়। ঐ তরল মোম আগুনের তাপে প্রথমে বাষ্পে পরিণত হয়।
- মোম বাতাসের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাই-অক্সাইড, জলীয় বাষ্প, আলো এবং তাপ উৎপন্ন করে।

মনে রাখবে

মোমের সাথে অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থ: $HLWCO_2$



২.৬ গলন ও স্ফুটন

গলন

সংজ্ঞা

গলন: তাপ প্রয়োগে কোনো পদার্থের কঠিন অবস্থা থেকে তরল অবস্থায় রূপান্তর করার প্রক্রিয়াকে গলন (melting) বলে।
গলনাঙ্ক: 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে তাপ প্রদানের ফলে যে তাপমাত্রায় কোনো কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে উক্ত কঠিন পদার্থের গলনাঙ্ক (melting point) বলে।

➲ **গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:**

- প্রত্যেক বিশুদ্ধ পদার্থের নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক রয়েছে।
- ১ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বরফের গলনাঙ্ক 0°C।
- বিশুদ্ধ ইউরিয়া সারের গলনাঙ্ক 133°C।
- গলনাঙ্ক নির্ণয় করার মাধ্যমে কোনো কঠিন পদার্থ বিশুদ্ধ নাকি অবিশুদ্ধ তা নির্ণয় করা যায়।

জেনে রাখো

অবিশুদ্ধ পদার্থের গলনাঙ্ক বিশুদ্ধ পদার্থ থেকে কম হয়। মিশ্র পদার্থের সুনির্দিষ্ট গলনাঙ্ক থাকে না। যেহেতু প্রত্যেক বিশুদ্ধ কঠিন পদার্থের একটি নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক থাকে সেহেতু কঠিন পদার্থ একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গলে থাকে। যদি দেখা যায় কোনো কঠিন পদার্থ তার গলনাঙ্ক ছাড়া অন্য কোনো তাপমাত্রায় গলছে সেক্ষেত্রে ধরে নিতে হবে কঠিন পদার্থটি বিশুদ্ধ নয়। আবার যদি দেখা যায় কঠিন পদার্থটি একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রার পরিসরে গলতে থাকে তাহলেও কঠিন পদার্থটি বিশুদ্ধ নয়। যেমন, 1 বায়ুমণ্ডলীয় (atm) চাপে বিশুদ্ধ সালফারের গলনাঙ্ক 115°C। কিন্তু কোনো একটি সালফার নমুনার গলনাঙ্ক নির্ণয় করার সময় যদি দেখা যায় ঐ সালফার নমুনা 115°C অপেক্ষা কম তাপমাত্রায় গলছে, তবে বুঝতে হবে ঐ নমুনা সালফার বিশুদ্ধ নয় এটি ভেজাল যুক্ত সালফার।

স্ফুটন

সংজ্ঞা

স্ফুটন: তাপ প্রয়োগ করে তরলকে গ্যাসে রূপান্তর করার প্রক্রিয়াকে স্ফুটন (boiling) বলে।
স্ফুটনাঙ্ক: 1 বায়ুমণ্ডলীয় (atm) চাপে তাপ প্রদানের ফলে যে তাপমাত্রায় কোনো তরল পদার্থ গ্যাসীয় পদার্থে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে উক্ত তরল পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক (boiling point) বলে।

➲ **গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:**

- তাপ প্রয়োগে কোনো তরল পদার্থকে গ্যাসে রূপান্তর করাই হলো স্ফুটন।
- যে তাপমাত্রায় তরল পদার্থ স্ফুটনের মাধ্যমে গ্যাসে পরিণত হয়, সেই তাপমাত্রাকে ঐ পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক বলা হয়।
- প্রত্যেক বিশুদ্ধ তরলের স্ফুটনাঙ্ক নির্দিষ্ট।
- 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বিশুদ্ধ পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C।
- স্ফুটনের বিপরীত প্রক্রিয়াটির নাম ঘনীভবন। স্ফুটনের জন্য তাপ দিতে হয়, ঘনীভবনের সময় তাপ অপসারণ করতে হয়।
- গলনের বিপরীত প্রক্রিয়ার নাম কঠিনীভবন। গলনের জন্য তাপ দিতে হয় কিন্তু, কঠিনীভবনের জন্য তাপ অপসারণ করতে হয়।

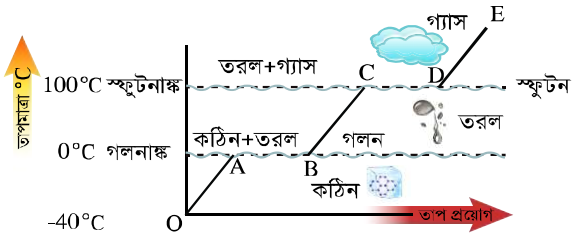
জেনে রাখো

প্রত্যেক বিশুদ্ধ তরলের স্ফুটনাঙ্ক নির্দিষ্ট তাই একাধিক তরলের একই স্ফুটনাঙ্ক হতে পারে না। আবার, কোনো তরলে ভেজাল মিশ্রিত থাকলে সেটি তার স্ফুটনাঙ্ক ব্যতীত ভিন্ন তাপমাত্রায় ফুটতে থাকে। যেমন - পানিতে সামান্য পরিমাণ অ্যালকোহল যোগ করলে 100°C তাপমাত্রা না হয়ে অন্য কোনো তাপমাত্রায় এটি ফুটবে। অর্থাৎ অবিশুদ্ধ পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক বিশুদ্ধ পদার্থ থেকে বেশি হয়। স্ফুটনাঙ্কের মাধ্যমে কোনো তরল পদার্থ বিশুদ্ধ নাকি অবিশুদ্ধ তা নির্ণয় করা যায়।

মনে রাখবে

গলন এবং স্ফুটনের সময় তাপ দেওয়া হলেও তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না। এই সময় যে তাপ দেওয়া হয় সেই তাপটুকু পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন করে অর্থাৎ কঠিন থেকে তরল কিংবা তরল থেকে গ্যাসে পরিবর্তন করে। পদার্থের তাপমাত্রা বা উষ্ণতার কোন পরিবর্তন না ঘটিয়েও কেবল অবস্থার পরিবর্তনের জন্য পদার্থ কর্তৃক যে পরিমাণ তাপ গৃহীত বা বর্জিত হয় তাকেই ঐ পদার্থের **সুপ্ততাপ (লীন তাপ)** বলে। ইংরেজিতে একে Latent heat বলে।

➲ বরফে তাপ প্রদানের লেখচিত্র ও এর ব্যাখ্যা:



চিত্র: বরফে তাপ প্রদান লেখচিত্র

তাপ দেওয়ার সাথে সাথে কঠিন অবস্থার বরফের তাপমাত্রা বাড়তে বাড়তে যখন 0°C তাপমাত্রায় পৌঁছায়, তখন কঠিন বরফ গলনের মাধ্যমে তরল পানিতে পরিণত হয়। কঠিন পদার্থ বরফের গলনের পুরো সময় তাপমাত্রা 0°C তাপমাত্রায় থাকে। এই 0°C তাপমাত্রায়ই সমস্ত বরফ পানিতে পরিণত হয়। অর্থাৎ 0°C তাপমাত্রা বরফের গলনাঙ্ক। কারণ তাপ প্রয়োগে কোনো পদার্থের কঠিন অবস্থা থেকে তরল অবস্থায় রূপান্তর করার প্রক্রিয়াকে গলন (melting) বলে। গলনাঙ্কের তাপমাত্রায় যে সরলরেখা পাওয়া যায় তাকে গলনাঙ্ক রেখা বলা হয়। এখানে AB রেখা বরফের গলনাঙ্ক রেখা। এই রেখা বরাবর বরফ ও পানি উভয়ই অবস্থান করে। এরপরও তাপ দিতে থাকলে তরল পানির তাপমাত্রা বাড়তে থাকে। পানির তাপমাত্রা যখন 100°C এ পৌঁছে তখন পানিতে তাপ প্রদান করলেও তরল পানির তাপমাত্রা আর বাড়ে না, পানি জলীয় বাষ্পে পরিণত হতে থাকে। স্ফুটনের সময় তরল পানি জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়। এই 100°C তাপমাত্রায়ই সমস্ত পানি গ্যাসীয় পানি অর্থাৎ জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়। এরপরও তাপমাত্রা বাড়াতে থাকলে জলীয় বাষ্পের তাপমাত্রা বাড়তে থাকে। পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C। CD রেখা পানির স্ফুটনাঙ্ক রেখা। এই রেখা বরাবর সময়ে পানি এবং জলীয়বাষ্প উভয়ই এক সাথে অবস্থান করে।

➲ বরফের ক্ষেত্রে তাপীয় বক্ররেখা (Heating Curve):

রেখা	তাপমাত্রা	অবস্থা
O থেকে A	−40°C থেকে 0°C	কঠিন
A থেকে B	0°C থেকে 0°C	কঠিন ও তরল
B থেকে C	0°C থেকে 100°C	তরল
C থেকে D	100°C থেকে 100°C	তরল ও গ্যাস
D থেকে E	100°C থেকে বেশি	গ্যাস

একইভাবে যদি পানির বাষ্পকে নিয়ে শীতল করে প্রাপ্ত ডাটাগুলোকে একটি গ্রাফ পেপারের X অক্ষে সময় এবং Y অক্ষে তাপমাত্রা নিয়ে লেখচিত্র অঙ্কন করা হয় তাহলে নিম্নরূপ রেখা পাওয়া যাবে: