DAILY ASSAM

অধ্যায় 1

ৰসায়নৰ কিছুমান প্ৰাথমিক ধাৰণা
SOME BASIC CONCEPTS OF CHEMISTRY

উদ্দেশ্য (Objectives)

এই অধ্যায়টো অধ্যয়ন কৰি তলত দিয়া বিষয় সম্বন্ধে সবিশেষ জানিব পাৰিবা—

- জীৱনৰ বিভিন্ন ক্ষেত্ৰত ৰসায়নৰ ভূমিকা
- পদাৰ্থৰ তিনিটা অৱস্থাৰ বৈশিষ্ট্য
- মৌল, যৌগ আৰু মিশ্ৰ —এই তিনিটা ভাগত পদাৰ্থৰ শ্ৰেণীবিভাজন
- আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিৰ মৌলিক একক আৰু সাধাৰণতে ব্যৱহাৰ কৰা পূৰ্বপদ (prefixes)
- বিজ্ঞানসন্মত লিপিৰ ব্যৱহাৰ
- নিৰ্ভুলতা আৰু যথাৰ্থতাৰ প্ৰভেদ
- তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংকৰ নিৰ্ধাৰণ
- এটা পদ্ধতিৰপৰা আন এটালৈ ভৌতিক ৰাশিৰ এককৰ পৰিৱৰ্তন
- ৰাসায়নিক সংযোগৰ নীতিসমূহ
- পাৰমাণৱিক ভৰ, গড় পাৰমাণৱিক ভৰ, আণৱিক ভৰ আৰু সংকেত ভৰৰ ধাৰণা
- ম'ল আৰু ম'লাৰ ভৰৰ ধাৰণা
- এটা যৌগত থকা মৌলবোৰৰ শতকৰা সংযুতি
- পৰীক্ষালব্ধ তথ্যৰপৰা যৌগৰ আনুভৱিক সংকেত আৰু আণৱিক সংকেত নিৰূপন
- ষ্টইকিঅ'মিতীয় গণনা

Chemistry is the science of molecules and their transformations. It is the science not so much of the one hundred elements but of the infinite variety of molecules that may be built from them ...

Roald Hoffmann

ৰসায়ন হ'ল পদাৰ্থ সম্বন্ধীয় জ্ঞানৰ ভঁৰাল। ইয়াত আমি পদাৰ্থৰ সংযুতি (composition), গঠন (structure) আৰু ধৰ্মৰ বিষয়ে অধ্যয়ন কৰোঁ। পদাৰ্থৰ পৰিৱৰ্তন সম্বন্ধীয় অধ্যয়নো ৰসায়নৰ এক মূল বিষয়। এইবোৰ অধ্যয়ন কৰিবলৈ হ'লে পদাৰ্থৰ মূল উপাদানৰ বিষয়ে জনা একান্ত আৱশ্যক। পদাৰ্থৰ মূল উপাদান দুটা হ'ল **পৰমাণু** (atom) আৰু **অণু** (molecule)। অণু-পৰমাণু সাপেক্ষে পদাৰ্থৰ গঠন, ধৰ্ম আদিৰ ব্যাখ্যা সহজ হয়। সেইকাৰণে ৰসায়নক অণু আৰু পৰমাণুৰ বিজ্ঞান বুলিব পাৰি।

অণু-পৰমাণুবোৰক বাৰু দেখা পোৱা সম্ভৱনে? এইবোৰৰ প্ৰত্যেকৰে ভৰ জুখিব পাৰিনে? অণু-পৰমাণুৰ ধাৰণাই বা কেনেকুৱা? এটা পদাৰ্থৰ নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ ভৰত থকা অণু-পৰমাণুৰ সংখ্যা গণিব পাৰিনে? পদাৰ্থৰ ভৰ আৰু ইয়াত থকা অণু-পৰমাণুৰ সংখ্যাৰ মাজত কিবা সম্বন্ধ আছেনে? এই অধ্যায়ত আমি এনেকুৱা ধৰণৰ কিছুমান প্ৰশ্নৰ উত্তৰ পাম। তদুপৰি পদাৰ্থৰ ভৌতিক ধৰ্মবোৰৰ মান উপযুক্ত এককৰ সহায়ত কেনেদৰে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি সেয়াও আমি অধ্যয়ন কৰিম।

1.1 ৰসায়নৰ প্ৰয়োজনীয়তা (IMPORTANCE OF CHEMISTRY)

বিজ্ঞান হ'ল প্ৰণালীবদ্ধ জ্ঞান। বিজ্ঞানত মানুহে প্ৰকৃতিক বুজি পোৱাৰ জ্ঞান প্ৰণালীবদ্ধ কৰিবলৈ অহৰহ প্ৰয়াস কৰে। সুবিধাৰ বাবে বিজ্ঞানক

DAILY ASSAM

কিছুমান শাখাত বিভক্ত কৰা হৈছে— ৰসায়ন, পদাৰ্থ বিজ্ঞান, জীৱবিজ্ঞান, ভূবিজ্ঞান আদি।

ৰসায়নত আমি পদাৰ্থৰ সংযুতি, ধৰ্ম আৰু পৰিৱৰ্তন সম্বন্ধে অধ্যয়ন কৰোঁ। পদাৰ্থৰ পৰিৱৰ্তন দুই ধৰণৰ হ'ব পাৰে— ৰাসায়নিক আৰু ভৌতিক। পদাৰ্থৰ পৰিৱৰ্তন, বিশেষকৈ ৰাসায়নিক পৰিৱৰ্তন কেনেদৰে হয় সেই বিষয়ে ৰসায়নবিদসকলে চিন্তা-চৰ্চা কৰে। ৰসায়ন হ'ল বিজ্ঞানৰ মধ্যমণি— পদাৰ্থবিজ্ঞান, জীৱবিজ্ঞান, ভূবিজ্ঞান আদি বিজ্ঞানৰ সকলো শাখাৰ লগতে ৰসায়নৰ সম্বন্ধ আছে। প্ৰাত্যহিক জীৱনত ৰসায়নে গুৰুত্বপূৰ্ণ ভূমিকা পালন কৰি আছে।

বিভিন্ন ক্ষেত্ৰত ৰসায়নৰ নীতিসমূহ প্ৰয়োগ হয়। তেনেকুৱা কিছুমান উদাহৰণ হ'ল — বতৰ প্ৰণালী (weather patterns), মগজুৰ ক্ৰিয়া, কম্পিউটাৰ সংক্ৰিয়া (operation in computer) আদি। ৰাসায়নিক উদ্যোগসমূহে দেশৰ অৰ্থনীতিত যোগোৱা অৰিহণাৰ কথা আমি সকলোৱে জানো। সাৰ, ৰঞ্জক, বহুযোগী যৌগ, ঔষধ, চাবোন, অপমাৰ্জক (detergent), ধাতু, সংকৰ ধাতু আদিৰ উদ্যোগসমূহ দেশৰ সম্পদ।

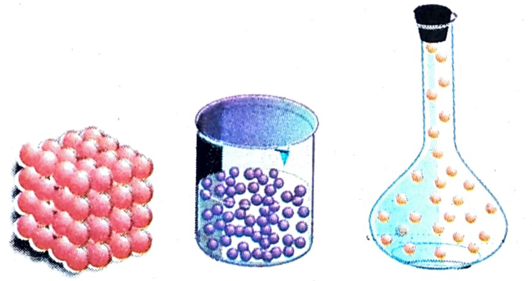
মানুহৰ খাদ্য আৰু স্বাস্থ্যৰক্ষাকাৰী দ্ৰব্যৰ অভাৱ পূৰণৰ ক্ষেত্ৰতো ৰসায়নৰ অৱদান আছে। জীৱন-যাপনৰ মান উন্নত কৰিবলৈও ৰসায়নে নতুন দ্ৰব্যৰ সন্ধান দিছে। বহু জীৱন ৰক্ষাকাৰী দৰবো ৰসায়নে যোগান ধৰিছে। আন বহুতো দৰবৰ লগতে চিছপ্লাটিন (cisplatin) আৰু টেক্সল (taxol) নামৰ কৰ্কটৰোগৰ দৰব আৰু AZT (azidothymidine) নামৰ এইড্‌ছ ৰোগৰ দৰব ৰসায়নৰে অৱদান।

ৰাসায়নিক নীতিসমূহৰ ওপৰত মানুহৰ জ্ঞান দিনে দিনে বাঢ়ি গৈ আছে। সেইবাবে নিৰ্দিষ্ট ধৰণৰ চুম্বকীয়, বৈদ্যুতিক আৰু আলোকীয় ধৰ্মসম্পন্ন দ্ৰব্য প্ৰস্তুত কৰা সম্ভৱ হৈছে। একেদৰে অতিপৰিবাহী ছিৰামিক (superconducting ceramics), পৰিবাহী বহুযোগী যৌগ (conducting polymers), আলোকীয় তন্তু (optical fibers) আদি বহুতো দ্ৰব্য প্ৰস্তুত কৰি উলিওৱা হৈছে। পৰিৱেশৰ প্ৰদূষণ নিয়ন্ত্ৰণতো ৰসায়নে মূল ভূমিকা গ্ৰহণ কৰিছে। ৰেফ্ৰিজাৰেটৰত ব্যৱহাৰ কৰা পৰিৱেশ বিনষ্টকাৰী ক্লৰ'ফ্লুৰ'কাৰ্বনৰ (CFC) বিকল্প পদাৰ্থ ৰসায়নে উদ্ভাৱন কৰিছে। তথাপিও পৰিৱেশৰ কিছুমান সমস্যাই ৰসায়নবিদসকলক বিতত কৰি ৰাখিছে। তেনেকুৱা সমস্যা এটা হ'ল সেউজগৃহ প্ৰভাৱ সৃষ্টিকাৰী গেছৰ (মিথেন, কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড আদি) নিয়ন্ত্ৰণ।

জীৱদেহত ঘটি থকা বিভিন্ন জৈৱ-ৰাসায়নিক প্ৰক্ৰিয়াসমূহৰ সবিশেষ জ্ঞান লাভ কৰা, এনজাইম (এনজাইমবোৰ হ'ল জীৱদেহত থকা অনুঘটক) ব্যৱহাৰ কৰি প্ৰয়োজনীয় দ্ৰব্যৰ উৎপাদন আদি হ'ল ভৱিষ্যৎ ৰসায়নবিদসকলৰ বাবে ডাঙৰ প্ৰত্যাহ্বান। এনে প্ৰত্যাহ্বান গ্ৰহণ কৰি সমাধান সূত্ৰ উলিয়াব পৰা প্ৰতিভাৱান ৰাসায়নবিদ আমাৰ দেশৰ ডাঙৰ সম্পদ।

1.2 পদাৰ্থৰ প্ৰকৃতি (NATURE OF MATTER)

যাৰ ভৰ আছে আৰু যিয়ে ঠাই আগুৰে সেয়াই হ'ল পদাৰ্থ (matter)। আমাৰ চাৰিওফালে বিভিন্ন ধৰণৰ পদাৰ্থ আছে। কিতাপ, কলম, পেঞ্চিল, খাদ্য, পানী, বায়ু, জীৱ- জন্তু



চিত্ৰ 1.1 কঠিন, জুলীয়া আৰু গেছীয় পদাৰ্থৰ কণাবোৰৰ সজ্জা।

DAILY ASSAM

আদি সকলোবোৰেই পদাৰ্থৰে গঠিত। এই সকলোবোৰৰে ভৰ আছে আৰু সকলোবোৰে ঠাই আগুৰে।

তোমালোকে জানা যে যিকোনো এটা পদাৰ্থ তিনিটা অৱস্থাত (ভৌতিক অৱস্থা) থাকিব পাৰে— কঠিন (solid), জুলীয়া (liquid) আৰু গেছীয় (gaseous)। এই তিনিটা অৱস্থাত পদাৰ্থটো গঠিত হোৱা কণাবোৰ কেনেদৰে থাকে সেয়া চিত্ৰ 1.1ত দেখুওৱা হৈছে। কঠিন অৱস্থাত কণাবোৰ অতি ওচৰা-উচৰিকৈ এটা নিৰ্দিষ্ট ক্ৰমত সজ্জিত হৈ থাকে। এই অৱস্থাত কণাবোৰৰ গতি সীমিত— ইহঁতে যেনি-তেনি গতি কৰিব নোৱাৰে। জুলীয়া অৱস্থাত কণাবোৰ ওচৰা-উচৰিকৈ থাকে যদিও ইফালে-সিফালে গতি কৰিব পাৰে। আনহাতে গেছীয় অৱস্থাত কণাবোৰ যথেষ্ট দূৰে-দূৰে থাকে; ইহঁতে যথেষ্ট বেগেৰে যেনি-তেনি গতি কৰি থাকে।

কণাবোৰৰ সজ্জাৰ পাৰ্থক্যৰ বাবে এই তিনিওটা অৱস্থাৰে কিছুমান বৈশিষ্ট্য আছে। সেইবোৰ হ'ল—

(i) কঠিন পদাৰ্থৰ নিৰ্দিষ্ট আয়তন আৰু নিৰ্দিষ্ট আকৃতি আছে।

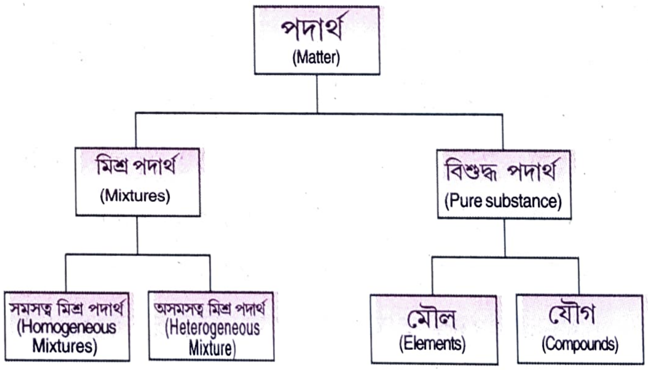
(ii) জুলীয়া পদাৰ্থৰ নিৰ্দিষ্ট আয়তন আছে যদিও নিৰ্দিষ্ট আকৃতি নাই। যিটো পাত্ৰত ৰখা হয় জুলীয়া পদাৰ্থই সেই পাত্ৰটোৰে আকৃতি লয়।

(iii) গেছীয় পদাৰ্থৰ নিৰ্দিষ্ট আয়তনো নাই, নিৰ্দিষ্ট আকৃতিও নাই। পাত্ৰটো সৰুৱেই হওক বা ডাঙৰেই হওক, একেখিনি গেছে পাত্ৰটোৰ আটাইখিনি আয়তন আগুৰে।

একেটা পদাৰ্থকে আমি এই তিনিটা অৱস্থাত পাব পাৰোঁ। উষ্ণতা আৰু চাপ সলনি কৰি এটা অৱস্থাক আন এটা অৱস্থালৈ নিব পাৰি। কঠিন পদাৰ্থ এটাক উত্তপ্ত কৰিলে সাধাৰণতে ই জুলীয়া অৱস্থা পায়। জুলীয়া পদাৰ্থটোক আৰু উত্তপ্ত কৰিলে গেছীয় অৱস্থা প্ৰাপ্ত হয়। আনহাতে গেছক চেঁচা কৰিলেই জুলীয়া অৱস্থা আৰু জুলীয়া পদাৰ্থক পুনৰ চেঁচা কৰিলে ই গোট মাৰি কঠিন অৱস্থাপ্ৰাপ্ত হয়। এই পৰিৱৰ্তন তলত দিয়া ধৰণে দেখুৱাব পাৰি—

$$\text{কঠিন পদাৰ্থ} \underset{\text{চেঁচা}}{\overset{\text{তাপ}}{\rightleftharpoons}} \text{জুলীয়া} \underset{\text{চেঁচা}}{\overset{\text{তাপ}}{\rightleftharpoons}} \text{গেছীয় পদাৰ্থ}$$

কঠিন, জুলীয়া আৰু গেছীয় পদাৰ্থ — এই তিনিবিধক আমি পদাৰ্থৰ **ভৌতিক শ্ৰেণীবিভাজন** (physical classification) বুলি ভাবিব পাৰোঁ। **ৰাসায়নিক শ্ৰেণীবিভাজন** (chemical classification) অনুসৰি পদাৰ্থ মূলতঃ দুই প্ৰকাৰৰ— **বিশুদ্ধ পদাৰ্থ** (pure substances) আৰু **মিশ্ৰ পদাৰ্থ** (mixtures)। বিশুদ্ধ পদাৰ্থ আকৌ দুই ধৰণৰ— **মৌল** (elements) আৰু **যৌগ** (compounds)। তেনেদৰে মিশ্ৰ পদাৰ্থও দুই ধৰণৰ— **সমসত্ব মিশ্ৰ পদাৰ্থ** (homogeneous mixture) আৰু **অসমসত্ব মিশ্ৰ পদাৰ্থ** (heterogeneous mixture)। চিত্ৰ 1.2ত এই শ্ৰেণীবিভাজন দেখুওৱা হৈছে।



চিত্ৰ 1.2 পদাৰ্থৰ ৰাসায়নিক শ্ৰেণীবিভাজন

আমাৰ চাৰিওফালে অলেখ মিশ্ৰ পদাৰ্থ আছে; যেনে- বায়ু এবিধ মিশ্ৰ পদাৰ্থ। পানীত চেনি মিহলালেও এটা মিশ্ৰ পদাৰ্থ পোৱা যায়। তেনেদৰে আমি খোৱা চাহখিনিও মিশ্ৰ পদাৰ্থ। দুটা বা ততোধিক পদাৰ্থ মিহলি হৈ থাকিলে মিশ্ৰ পদাৰ্থ পোৱা যায়। মিশ্ৰৰ উপাদানকেইটা যি কোনো অনুপাতত মিহলি হৈ থাকিব পাৰে।

মিশ্ৰ পদাৰ্থ এটাৰ সকলো অংশতে উপাদান কেইটাৰ মাজৰ অনুপাত একে হ'লে তাক **সমসত্ব মিশ্ৰ পদাৰ্থ** বোলা হয়। বায়ু আৰু পানীত চেনিৰ দ্ৰব হ'ল সমসত্ব

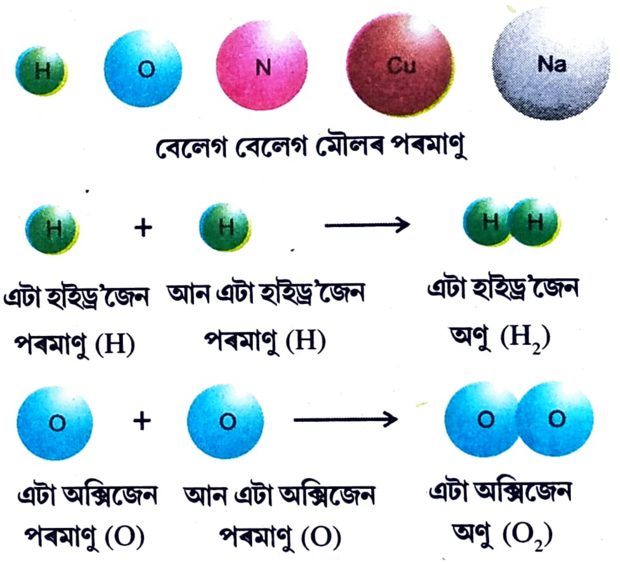
মিশ্ৰ পদাৰ্থৰ উদাহৰণ। আনহাতে মিশ্ৰ পদাৰ্থ এটাৰ সকলো অংশতে উপাদানকেইটাৰ মাজৰ অনুপাত একে নহ'লে তাক **অসমসত্ব মিশ্ৰ** পদাৰ্থ বোলা হয়। পানীত মাটি মিহলালে অসমসত্ব মিশ্ৰ পোৱা যাব। তেনেদৰে নিমখ আৰু চেনি মিহলালেও মিশ্ৰটো অসমসত্ব হ'ব।

মিশ্ৰৰ উপাদানবোৰক সাধাৰণ ভৌতিক পদ্ধতিৰে (যেনে, হাতেৰে বাছি, ফিল্টাৰ কৰি, পাতনৰদ্বাৰা, ক্ৰিষ্টেলীকৰণৰদ্বাৰা আদি) পৃথক কৰিব পাৰি।

তোমালোকে ইতিমধ্যে জানিলা যে উপাদানবোৰ যিকোনো অনুপাতত মিহলালে মিশ্ৰ পদাৰ্থ পাব পাৰি ; ইয়াত নিৰ্দিষ্ট সংযুতি (definite composition) বুলি একো নাই। আনহাতে বিশুদ্ধ পদাৰ্থৰ নিৰ্দিষ্ট সংযুতি থাকে। হাইড্ৰ'জেন, অক্সিজেন, কপাৰ, ছিলভাৰ, পানী, গ্লুক'জ আদি অলেখ বিশুদ্ধ পদাৰ্থ আছে। পানী হ'ল হাইড্ৰ'জেন আৰু অক্সিজেনৰদ্বাৰা গঠিত। ইয়াত ভৰ হিচাপে হাইড্ৰ'জেন আৰু অক্সিজেন এক নিৰ্দিষ্ট অনুপাতত (1:8) যোজিত হৈ থাকে। যি উৎসৰপৰা নোলোৱা কিয়, পানীত হাইড্ৰ'জেন আৰু অক্সিজেনৰ মাজত এই অনুপাত থাকিবই। তেনেদৰে গ্লুক'জত কাৰ্বন, হাইড্ৰ'জেন আৰু অক্সিজেনৰ এক নিৰ্দিষ্ট অনুপাত আছে। বিশুদ্ধ যৌগিক পদাৰ্থত থকা উপাদানবোৰক সাধাৰণ ভৌতিক পদ্ধতিৰে পৃথক কৰিব নোৱাৰি।

আমি পাইছোঁ যে বিশুদ্ধ পদাৰ্থবোৰ দুই ধৰণৰ হ'ব পাৰে— মৌল (elements) আৰু যৌগ (compounds)। এটা মৌল সদায় এক ধৰণৰ কণাৰ সমষ্টি। এই কণাবোৰ **পৰমাণু** (atom) বা **অণু** (molecule) হ'ব পাৰে। হাইড্ৰ'জেন, অক্সিজেন, কপাৰ, ছিলভাৰ, আইৰন আদি হ'ল কিছুমান মৌলৰ উদাহৰণ। প্ৰতিটো মৌলই একোবিধ কণাৰ সমষ্টি। হাইড্ৰ'জেন সদায় এক ধৰণৰ পৰমাণুৰে (হাইড্ৰ'জেন পৰমাণু) গঠিত; অক্সিজেন আন একধৰণৰ পৰমাণুৰে (অক্সিজেন পৰমাণু) গঠিত আদি। বেলেগ বেলেগ মৌলৰ পৰমাণুবোৰ বেলেগ বেলেগ।

কিছুমান মৌলত (যেনে, ছ'ডিয়াম, কপাৰ আদি) মৌলটোৰ পৰমাণুবোৰ লগ লাগি থাকে। আন কিছুমান মৌলৰ ক্ষেত্ৰত আকৌ একেটা মৌলৰ দুটা বা ততোধিক পৰমাণুৱে লগ লাগি মৌলটোৰ অণু গঠন কৰে। যেনে, হাইড্ৰ'জেনৰ দুটা পৰমাণু লগ লাগি হাইড্ৰ'জেন অণু গঠিত হয়। একেদৰে নাইট্ৰ'জেনৰ দুটা পৰমাণুৱে নাইট্ৰ'জেন অণু, অক্সিজেনৰ দুটা পৰমাণুৱে অক্সিজেন অণু গঠন কৰে। চিত্ৰ 1.3ত এনে অণুবোৰ দেখুওৱা হৈছে।



চিত্ৰ 1.3 কিছুমান পৰমাণু আৰু অণু

বেলেগ বেলেগ মৌলৰ দুটা বা ততোধিক পৰমাণু যোজিত হ'লে যৌগৰ অণু গঠিত হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, পানী আৰু কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডৰ অণু চিত্ৰ 1.4ত দেখুওৱা হৈছে।

চিত্ৰ 1.4 পানী আৰু কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডৰ অণু

চিত্ৰ 1.4ৰপৰা নিশ্চয় গম পাইছা যে পানীৰ এটা অণুত দুটা হাইড্ৰ'জেন পৰমাণু আৰু এটা অক্সিজেন পৰমাণু

আছে। তেনেদৰে দুটা অক্সিজেন পৰমাণু আৰু এটা কাৰ্বন পৰমাণু যোজিত হৈ এটা কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড অণু গঠিত হয়। গতিকে আমি ক'ব পাৰোঁ যে কোনো এটা যৌগত থকা বিভিন্ন মৌলৰ পৰমাণুবোৰৰ মাজত এটা নিৰ্দিষ্ট অনুপাত থাকে; ই সলনি নহয়। বিভিন্ন মৌলৰ পৰমাণুবোৰৰ মাজত থকা অনুপাতটো যৌগটোৰ এটা বৈশিষ্ট্য। আকৌ যৌগটোৰ ধৰ্ম তাত থকা মৌলসমূহতকৈ বেলেগ হয়। যেনে— হাইড্ৰ'জেন আৰু অক্সিজেন হ'ল গেছ ; কিন্তু সিহঁতে গঠন কৰা যৌগ পানী হ'ল জুলীয়া পদাৰ্থ। হাইড্ৰ'জেন গেছ নিজে জ্বলে আৰু অক্সিজেনে দহনত সহায় কৰে ; কিন্তু পানীক জুই নুমাবলৈহে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। তদুপৰি যৌগৰ উপাদানবোৰক সহজ ভৌতিক পদ্ধতিৰে পৃথক কৰিব নোৱাৰি ; ৰাসায়নিক পদ্ধতিৰেহে পাৰি।

1.3 পদাৰ্থৰ ধৰ্ম আৰু সেইবোৰৰ জোখ (PROPERTIES OF MATTER AND THEIR MEASUREMENT)

প্ৰতিবিধ পদাৰ্থৰ নিজস্ব ধৰ্ম আছে। এই ধৰ্মসমূহ দুই ধৰণৰ— **ভৌতিক ধৰ্ম** (physical properties) আৰু **ৰাসায়নিক ধৰ্ম** (chemical properties)।

পদাৰ্থ এটাৰ সংযুতিৰ পৰিৱৰ্তন নোহোৱাকৈ যিবোৰ ধৰ্ম জুখিব বা পৰ্য্যবেক্ষণ কৰিব পাৰি সেইবোৰকে পদাৰ্থটোৰ ভৌতিক ধৰ্ম বোলা হয়। বৰণ, গোন্ধ, গলনাংক, উতলাংক, ঘনত্ব আদি হ'ল ভৌতিক ধৰ্মৰ উদাহৰণ। আনহাতে পদাৰ্থ এটাৰ ৰাসায়নিক পৰিৱৰ্তন ঘটিলেহে তাৰ ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ বিষয়ে জানিব পাৰি। এটা পদাৰ্থই যিবোৰ ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়া সংঘটিত কৰে সেইবোৰেই হ'ল পদাৰ্থটোৰ ৰাসায়নিক ধৰ্ম। এছিডিটি (acidity), ক্ষাৰকতা (basicity), দহনক্ষমতা (combustibility) আদি হ'ল ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ উদাহৰণ।

পদাৰ্থৰ বহুতো ধৰ্ম আমি জুখিব পাৰোঁ; যেনে— দীঘ (length), কালি (area), আয়তন (volume) আদি। এইবোৰক **ভৌতিক ৰাশিও** (physical quantities) বোলা হয়। যিবোৰক জুখিব পাৰি সেইবোৰেই হ'ল ভৌতিক ৰাশি। ভৌতিক ৰাশিৰ জোখ (measurement) লওতে এককৰ প্ৰয়োজন হয়। জোখটো এটা **বিশুদ্ধ সংখ্যা** (pure number) আৰু ইয়াক **একক**ৰ (unit) সহায়ত প্ৰকাশ কৰা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, ধৰা, তুমি বহা বেঞ্চখনৰ দীঘ 2 m (2 মিটাৰ)। ইয়াক আমি এনেদৰে লিখিব পাৰোঁ—

বেঞ্চখনৰ দীঘ = 2 m = 2 ×1 m

ইয়াত 2 হ'ল বিশুদ্ধ সংখ্যা আৰু '1 m' হ'ল একক।

জোখ-মাখৰ কাৰণে বিজ্ঞানত আগেয়ে প্ৰধানকৈ দুটা পদ্ধতি ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল— ইংলিছ পদ্ধতি (English System) আৰু মেট্ৰিক পদ্ধতি (Metric System)। মেট্ৰিক পদ্ধতিটো ওঠৰ শতিকাৰ শেষভাগত ফ্ৰান্সত আৱিষ্কৃত হৈছিল। এই পদ্ধতিত ডাঙৰ আৰু সৰু সংখ্যা বুজাবলৈ দহৰ ঘাত (powers of ten) ব্যৱহাৰ কৰা হয় বাবে পদ্ধতিটো সুবিধাজনক। বেলেগ বেলেগ ঠাইত বেলেগ বেলেগ পদ্ধতি ব্যৱহাৰ কৰিলে অসুবিধা হয়। সেইবাবে বিজ্ঞানীসকলে 1960 চনত গোটেই পৃথিৱীতে প্ৰযোজ্য হোৱাকৈ জোখ-মাখৰ উমৈহতীয়া পদ্ধতি এটাৰ কথা বিবেচনা কৰে। তলত এই পদ্ধতিটোৰ বিষয়ে আলোচনা কৰা হ'ল।

1.3.1 এককৰ আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতি (International System of Units)

ৱেইটছ্ এণ্ড মেজাৰছ্ৰ (Weights and Measures) একাদশ সাধাৰণ অধিৱেশনত **এককৰ আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিটো** (International System of Units বা ফৰাছী ভাষাত, Le Systeme International d' Unites, চমুকৈ SI) গ্ৰহণ কৰা হয়।

বিজ্ঞানত আমি বহুতো ভৌতিক ৰাশি পাওঁ। এইবোৰৰপৰা সাতটা ভৌতিক ৰাশিক পৃথক কৰি উলিওৱা হৈছে। ইহঁতক **মুল ভৌতিক ৰাশি** (base physical

তালিকা 1.1 মূল ভৌতিক ৰাশি আৰু সিহঁতৰ একক

মূল ভৌতিক ৰাশি	ভৌতিক ৰাশিৰ চিহ্ন	SI এককৰ নাম	SI এককৰ চিহ্ন
দীঘ (length)	l	মিটাৰ (meter)	m
ভৰ (mass)	m	কিলোগ্ৰাম (kilogram)	kg
সময় (time)	t	ছেকেণ্ড (second)	s
বৈদ্যুতিক প্ৰবাহ (electric current)	I	এম্পিয়াৰ (Ampere)	A
তাপগতীয় উষ্ণতা (thermodynamic temperature)	T	কেলভিন (Kelvin)	K
পদাৰ্থৰ পৰিমাণ (amount of substance)	n	ম'ল (mole)	mol
দীপন তীব্ৰতা (luminous intensity)	I_v	কেণ্ডেলা (candela)	cd

quantities) আৰু ইহঁতৰ এককবোৰক **মূল একক** (base units) বোলা হয়। তালিকা 1.1ত মূল ভৌতিক ৰাশি সাতটা আৰু সিঁহতৰ একক লিপিবদ্ধ কৰা হৈছে।

কিমান দীঘল হ'লেনো 1 m (1 মিটাৰ) হ'ব? বা কিমানখিনি ভৰ হ'লে 1 kg (1 কিল'গ্ৰাম) হ'ব? তেনেদৰে কিমানখিনি সময়ক বাৰু 1 s (1 ছেকেণ্ড) বুলি কোৱা হ'ব? অৰ্থাৎ মূল একক কেইটাৰ অৰ্থনো কি? তালিকা 1.2 ত মূল একক সাতোটাৰ সংজ্ঞা দিয়া হৈছে।

তালিকা 1.2 আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিৰ মূল এককেইটাৰ সংজ্ঞা

দীঘৰ একক	**মিটাৰ**	বায়ুশূন্য মাধ্যমত পোহৰে 1/299792485 s সময়ত অতিক্ৰম কৰা দূৰত্ব।
ভৰৰ একক	**কিল'গ্ৰাম**	আন্তঃৰাষ্ট্ৰীয় আৰ্হিটোৰ (ফ্ৰান্সত ৰখা প্লেটিনাম-ইৰিডিয়াম সংকৰ ধাতুৰ এটা চুঙা) ভৰেই হ'ল 1 কিল'গ্ৰাম।
সময়ৰ একক	**ছেকেণ্ড**	ভূমিস্তৰ অৱস্থাত থকা Cs-133 (চিজিয়াম- 133) পৰমাণুৰ দুটা সূক্ষ্ম শক্তিস্তৰৰ (hyperfine level) মাজত সংক্ৰমন হওঁতে নিৰ্গত হোৱা বিকিৰণৰ 9192631770 টা পৰ্য্যায়ৰ বাবে যিমান সময়ৰ প্ৰয়োজন হয় সেই সময়খিনিকে 1 ছেকেণ্ড বোলা হয়।
বিদ্যুৎ প্ৰবাহৰ একক	**এম্পিয়াৰ**	বায়ুশূন্য মাধ্যমত পৰস্পৰ 1 m আঁতৰা-আঁতৰিকৈ ৰখা সুদীৰ্ঘ পৰিবাহী দুডালৰ মাজেৰে যিখিনি বিদ্যুৎ প্ৰবাহ চালিত হ'লে পৰিবাহী দুডালৰ মাজত 2×10^{-7} N/m (নিউটন/মিটাৰ) বলৰ সৃষ্টি হয় সেইখিনি বিদ্যুৎ প্ৰবাহকে 1A এম্পিয়াৰ বোলা হয়।
উষ্ণতাৰ একক	**কেলভিন**	পানীৰ ত্ৰিবিন্দু (triple point) উষ্ণতাৰ 1/273.15 অংশকে কেলভিন উষ্ণতা বোলা হয়।
পদাৰ্থৰ পৰিমাণৰ একক	**ম'ল**	কাৰ্বন-12 সমস্থানিকৰ 0.012 kgত থকা পৰমাণুৰ সংখ্যাৰ সমান প্ৰাথমিক গোট বিশিষ্ট পদাৰ্থৰ পৰিমাণকে 1 ম'ল (1 mol) বোলা হয়।
দীপন তীব্ৰতাৰ একক	**কেণ্ডেলা**	540×10^{12}Hz (হাৰ্টজ) কম্পনাংকবিশিষ্ট আৰু এক নিৰ্দিষ্ট দিশত 1/683 ৱাট প্ৰতি ষ্টেৰাডিয়ান (steradian) তীব্ৰতাযুক্ত একবৰ্ণী বিকিৰণ নিৰ্গত কৰা উৎসৰ তীব্ৰতাই হ'ল কেণ্ডেলা।

এই সাতটাৰ বাহিৰে আন ভৌতিক ৰাশিবোৰৰ (যেনে- কালি, আয়তন, ঘনত্ব, বেগ আদি) একক গণনা কৰি উলিয়াব পাৰি। গণনা কৰি নিৰ্ধাৰণ কৰা এককবোৰক **সাধিত একক** (derived units) বোলা হয়।

আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিত (SI) এককসমূহৰ গুণিতক (multiples) আৰু উপগুণিতক (sub-multiples) বুজাবলৈ কিছুমান **পূৰ্বপদ** (prefix) ব্যৱহাৰ কৰা হয়। পূৰ্বপদসমূহ তালিকা 1.3ত দেখুওৱা হৈছে। এই পূৰ্বপদসমূহক মূল

তালিকা 1.3 আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিত (SI) ব্যৱহাৰ কৰা পূৰ্বপদ (Prefixes)

গুণিতক (Multiple)	পূৰ্বপদ (Prefix)	চিহ্ন (Symbol)
10^{-24}	য়ক্ট' (yocto)	y
10^{-21}	জেপ্ট' (zepto)	z
10^{-18}	এট' (atto)	a
10^{-15}	ফেমট' (femto)	f
10^{-12}	পিক' (pico)	p
10^{-9}	নেন' (nano)	n
10^{-6}	মাইক্ৰ' (micro)	µ
10^{-3}	মিলি (milli)	m
10^{-2}	চেণ্টি (centi)	c
10^{-1}	ডেচি (deci)	d
10	ডেকা (deca)	da
10^{2}	হেক্ট' (hecto)	h
10^{3}	কিল' (kilo)	k
10^{6}	মেগা (mega)	M
10^{9}	গিগা (giga)	G
10^{12}	টেৰা (tera)	T
10^{15}	পেটা (peta)	P
10^{18}	এক্সা (exa)	E
10^{21}	জেটা (zeta)	Z
10^{24}	য়'টা (yotta)	Y

এককৰ আগত বহুৱাই ভৌতিক ৰাশিৰ ডাঙৰ আৰু সৰু মান নিৰ্দেশ কৰা হয়। যেনে—

1 km = 10^{3} m

1 nm = 10^{-9} m

1 pm = 10^{-12} m

1 kg = 10^{3} g

1 µg = 10^{-6} g

1 mg = 10^{-3} g

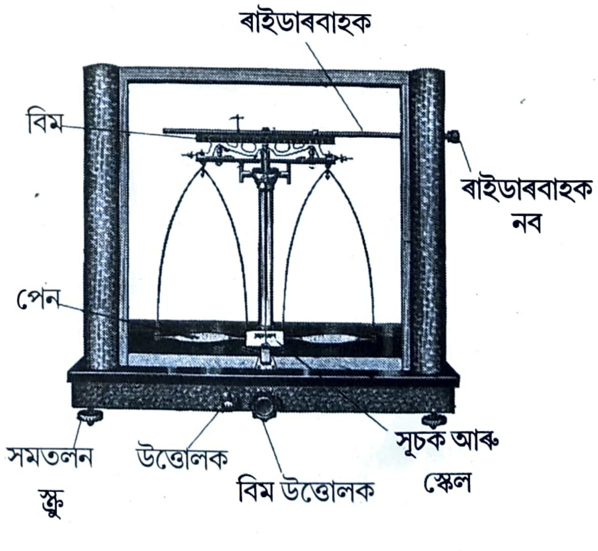
1 kHz = 10^{3} Hz

1 MHz = 10^{6} Hz আদি।

1.3.2 ভৰ আৰু ওজন (Mass and Weight)

কোনো এটা বস্তুত থকা পদাৰ্থৰ পৰিমাণেই হ'ল বস্তুটোৰ **ভৰ** (mass)। আনহাতে **ওজন** (weight) হ'ল মাধ্যাকৰ্ষণৰ ফলত বস্তুটোৰ ওপৰত প্ৰযুক্ত বল। বস্তু এটা য'তেই নাথাকিলেও তাৰ ভৰ একেই থাকে। কিন্তু ঠাইভেদে বস্তুটোৰ ওজন সলনি হ'ব পাৰে।

উদাহৰণ স্বৰূপে, এজন মানুহৰ ভৰ পৃথিৱীত আৰু মহাকাশত একে থাকে। কিন্তু পৃথিৱীত মানুহজনৰ ওজন



চিত্ৰ 1.5 বৈশ্লেষিক তুলা

থাকিব যদিও মহাকাশত ওজন শূন্য হ'ব। সেয়েহে ভৰ আৰু ওজন শব্দ দুটা সাৱধানে ব্যৱহাৰ কৰিব লাগে।

বৈশ্লেষিক তুলাৰে (analytical balance) কোনো এটা পদাৰ্থৰ ভৰ অতি শুদ্ধকৈ জুখিব পৰা যায়। আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিত ভৰৰ একক হ'ল কিল'গ্ৰাম (kg; তালিকা 1.1)। কিন্তু পৰীক্ষাগাৰত আমি সাধাৰণতে কম পৰিমাণৰ পদাৰ্থ ব্যৱহাৰ কৰোঁ। সেইবাবে ভৰৰ গ্ৰাম (g ; 1 kg = 1000 g) এককটো পৰীক্ষাগাৰত প্ৰায়ে ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

জোখ-মাখৰ ৰাষ্ট্ৰীয় মানদণ্ডৰ ৰক্ষণা-বেক্ষণ
(Maintaining the National Standards of Measurement)

এককসমূহৰ সংজ্ঞাৰ লগতে এককৰ পদ্ধতি (system of units) সময়ে সময়ে সলনি হয়। নতুন নীতি গ্ৰহণৰ ফলত কোনো এটা এককৰ জোখৰ নিৰ্ভুলতা বৃদ্ধি হ'লে 1875 চনত স্বাক্ষৰিত মিটাৰ ট্ৰিটিৰ (Metre Treaty) সদস্য ৰাষ্ট্ৰসমূহে এককটোৰ সংজ্ঞা সলনি কৰিবলৈ সন্মত হয়। ভাৰতকে ধৰি আধুনিক উদ্যোগত চহকী প্ৰতিখন দেশৰে এখন ৰাষ্ট্ৰীয় পৰিমাপন বিজ্ঞান প্ৰতিষ্ঠান (National Metrology Institute, NMI) থাকে। এই প্ৰতিষ্ঠানে জোখ-মাখৰ মানদণ্ড চোৱা-চিতা কৰে। ভাৰতত এই দায়িত্ব নতুন দিল্লীত থকা ৰাষ্ট্ৰীয় ভৌতিক পৰীক্ষাগাৰক (National Physical Laboratory, NPL) দিয়া হৈছে। এই অনুষ্ঠানটোৱে জোখ-মাখৰ ৰাষ্ট্ৰীয় মানদণ্ড চোৱা-চিতা কৰে। সময়ে সময়ে এইবোৰ আন দেশৰ মানদণ্ডৰ সৈতেও মিলাই চায়। তাৰোপৰি পেৰিছত থকা International Bureau of Standardsৰ সৈতেও মানদণ্ড পৰীক্ষা কৰি চোৱা হয়।

1.3.3 কেইটামান সাধিত একক (Some Derived Units)

আয়তনৰ (volume) একক

আয়তন = দীঘ × প্ৰস্থ × উচ্চতা। সেইবাবে আয়তনৰ একক l^3 ৰূপত লিখিব পাৰোঁ। দীঘৰ SI একক হ'ল m (মিটাৰ) ; গতিকে এই পদ্ধতিত আয়তনৰ একক m^3 হ'ব। কিন্তু পৰীক্ষাগাৰত সাধাৰণতে কম আয়তন ব্যৱহাৰ কৰা বাবে cm^3 আৰু dm^3 একক দুটাও ব্যৱহাৰ কৰা হয়। আয়তন জোখাৰ বাবে সাধাৰণতে L (লিটাৰ, litre) এককটো ব্যৱহৃত হয়। আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিৰ একক নহ'লেও বিশেষকৈ জুলীয়া পদাৰ্থৰ আয়তন জুখিবলৈ এই এককটো ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

$1 mL = 10^{-3} L$

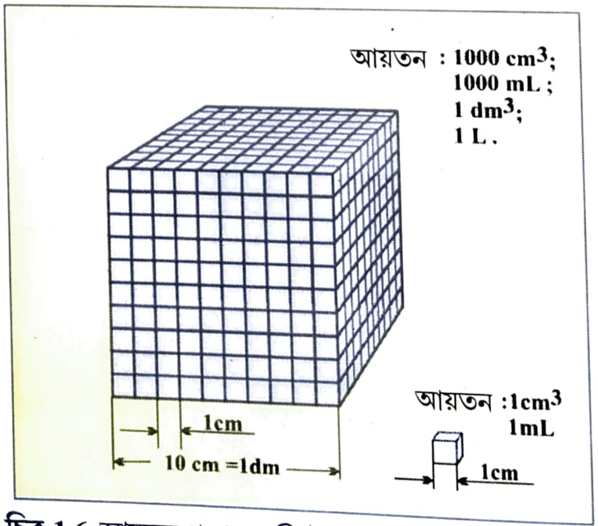
বা, $1L = 1000\ mL = 1000\ cm^3 = 10^3\ cm^3$ (বা,mL)

$1000\ cm^3 = 1\ dm^3$

আকৌ $1\ m^3 = (1\ m)^3 = (10^2\ cm)^3 = 10^6\ cm^3$

$= 10^3 \times 10^3\ cm^3 = 10^3\ L$

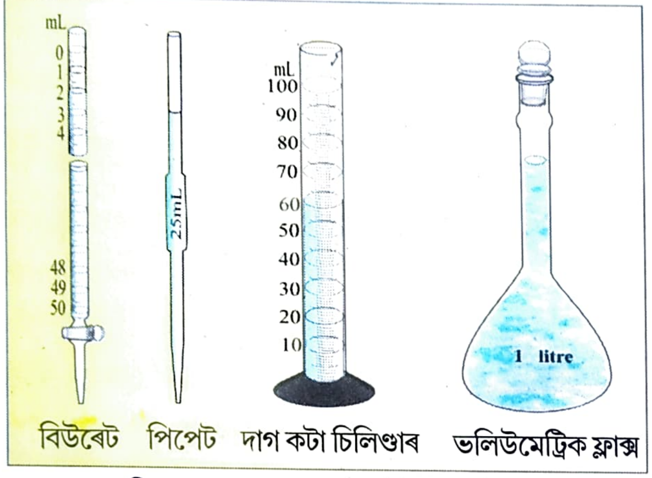
চিত্ৰ 1.6ত এই সম্বন্ধ কিছুমান দেখুওৱা হৈছে।



চিত্ৰ 1.6 *আয়তন প্ৰকাশ কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰা বিভিন্ন একক*

পৰীক্ষাগাৰত জুলীয়া পদাৰ্থৰ (বা দ্ৰৱৰ) আয়তন জুখিবলৈ সাধাৰণতে দাগ কটা চিলিণ্ডাৰ (graduated cylinder), বিউৰেট (burette), পিপেট (pipette) আদি

ব্যৱহাৰ কৰা হয়। নিৰ্দিষ্ট আয়তনৰ দ্ৰব সাধাৰণতে **ভলিউমেট্ৰিক ফ্লাস্কত** (volummetric flask) প্ৰস্তুত কৰা হয়। চিত্ৰ 1.7 ত এই সঁজুলিসমূহ দেখুওৱা হৈছে।



চিত্ৰ 1.7 *আয়তন জোখা কিছুমান সঁজুলি*

ঘনত্বৰ (density) একক

কোনো এটা পদাৰ্থৰ প্ৰতি একক আয়তনত থকা ভৰেই হ'ল পদাৰ্থটোৰ ঘনত্ব। সেইবাবে আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিত ঘনত্বৰ একক তলত দিয়া ধৰণে উলিয়াব পাৰি—

আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিত ঘনত্বৰ একক

$$= \frac{\text{আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিত ভৰৰ একক}}{\text{আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিত আয়তনৰ একক}}$$

$$= \frac{kg}{m^3} \quad \text{বা,} \; kg\, m^{-3}$$

এই এককটো যথেষ্ট ডাঙৰ। ৰসায়নত ঘনত্বৰ বাবে $g\,cm^{-3}$ এককটোও ব্যৱহাৰ কৰা হয় (ইয়াত ভৰৰ একক g আৰু আয়তনৰ একক cm^3)।

চাপৰ (pressure) একক

একক ক্ষেত্ৰফলত প্ৰযুক্ত হোৱা বলকেই চাপ বোলা হয় ; অৰ্থাৎ

$$\text{চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্ৰফল}}$$

আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিত বলৰ একক N (নিউটন) আৰু ক্ষেত্ৰফলৰ একক m^2 বাবে চাপৰ একক হ'ল $N\,m^{-2}$ বা Pa (Pascal, পাস্কেল)। সাধাৰণতে atm (বায়ুমণ্ডল, atmosphere) আৰু bar এককতো চাপ প্ৰকাশ কৰা হয়।

$$1\ atm = 1.01325 \times 10^5\ N\,m^{-2}$$

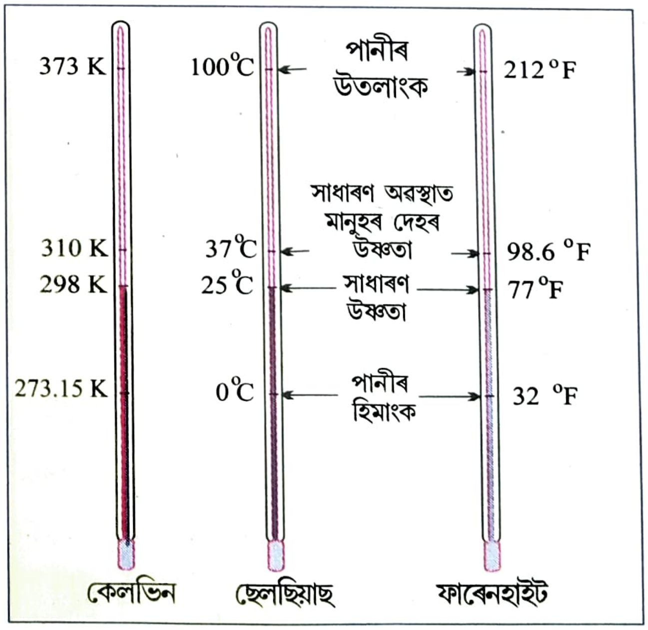
আৰু $1\ bar = 10^5\ N\,m^{-2} = 0.986923\ \ atm$

1.4 উষ্ণতাৰ (Temperature) একক

সাধাৰণতে তিনি ধৰণৰ স্কেলৰ সহায়ত উষ্ণতা প্ৰকাশ কৰা হয়— ছেলছিয়াছ স্কেল (celcius scale), ফাৰেণহাইট স্কেল (Fahrenheit scale) আৰু কেলভিন স্কেল (Kelvin scale)। উষ্ণতাক চেলছিয়াছ স্কেলত ...^{0}C, ফাৰেনহাইট স্কেলত ...^{0}F আৰু কেলভিন স্কেলত ...K ধৰণে লিখা হয়। চিত্ৰ 1.8ত এই স্কেল তিনিডাল দেখুওৱা হৈছে। ছেলছিয়াছ স্কেলত পানীৰ সাধাৰণ হিমাংক আৰু উতলাংকক ক্ৰমে 0^0 (শূন্য ডিগ্ৰি) আৰু 100^0 হিচাপে লোৱা হৈছে। ফাৰেনহাইট স্কেলমতে এই দুটা উষ্ণতা হ'ল ক্ৰমে 32^0 আৰু 212^0।

উষ্ণতাৰ ছেলচিয়াছ আৰু ফাৰেনহাইট স্কেলৰ মাজৰ সম্বন্ধটো হ'ল—

$$^0F = \frac{9}{5}\left(^0C\right) + 32$$



চিত্ৰ 1.8 *উষ্ণতাৰ বিভিন্ন স্কেল*

প্ৰসংগ মানক (Reference Standard)

জোখৰ এককৰ (যেনে- কিল'গ্ৰাম, মিটাৰ) সংজ্ঞা নিৰ্ধাৰণ কৰাৰ পাছত বিজ্ঞানীসকলে কিছুমান প্ৰসংগ মানকৰ কথা চিন্তা কৰে যাতে জোখ-মাখৰ সঁজুলিসমূহ ক্ৰমাংকিত (calibrate) কৰিব পাৰি। সঠিক জোখ পাবলৈ প্ৰস্তুতকৰ্তাসকলে সকলো সঁজুলি (যেনে— মিটাৰ দণ্ড, বৈশ্লেষিক তুলা আদি) ক্ৰমাংকিত কৰে। কিন্তু ক্ৰমাংকিত কৰিবলৈ কিছুমান প্ৰসংগৰ (reference) প্ৰয়োজন হয়। ভৰৰ প্ৰসংগটো 1889 চনতে নিৰ্দিষ্ট কৰা হৈছে। প্লেটিনাম-ইৰিডিয়াম (Pt-Ir) সংকৰ ধাতুৰে প্ৰস্তুত কৰা চুঙা এটা বায়ুৰুদ্ধ পাত্ৰত ফ্ৰান্সত থকা International Bureau of Weights and Measures নামৰ সংস্থাটোত সংৰক্ষণ কৰা হৈছে। এই চুঙাটোৰ ভৰকেই 1 কিল'গ্ৰাম বুলি মানি লোৱা হৈছে। Pt-Ir সংকৰ ধাতু লোৱাৰ কাৰণ এয়ে যে ইয়াৰ সহজে ৰাসায়নিক পৰিৱৰ্তন নহয় আৰু যথেষ্ট বেছি সময়ৰ পাছতো ইয়াৰ ভৰ সলনি নহয়।

বিজ্ঞানীসকলে সম্প্ৰতি ভৰৰ নতুন মানক এটাৰ কথা চিন্তা কৰিছে। এভ'গেড্ৰ' ধ্ৰুৱকৰ মান শুদ্ধভাৱে নিৰ্ণয় কৰি এই মানকটো স্থিৰ কৰিব বিচৰা হৈছে। অতি বিশুদ্ধ পদাৰ্থ এটাৰ নিৰ্দিষ্ট ভৰত থকা পৰমাণুৰ সংখ্যা সঠিকভাৱে গণনা কৰাৰ কথা বিজ্ঞানীসকলে চিন্তা কৰিছে। এটা প্ৰচেষ্টাত অতি বিশুদ্ধ ছিলিকনৰ ঘনত্ব X-ৰশ্মিৰ সহায়ত 10^6 ৰ 1 অংশলৈকে শুদ্ধকৈ নিৰ্ণয় কৰা হৈছে। তথাপিও ঘনত্বৰ এই মান প্ৰসংগ মানক হিচাপে গৃহীত হোৱা নাই। আন পদ্ধতিৰ কথা চিন্তা কৰা হৈছে যদিও এতিয়ালৈকে এই প্ৰচেষ্টা সফল হোৱা নাই। অৱশ্যে এই শতিকাতে ভৰৰ নতুন মানক আৱিষ্কাৰ হোৱাৰ সম্ভাৱনা আছে।

একেদৰে 0^0C উষ্ণতাত ৰখা Pt–Irৰ দণ্ড এডালৰ দুটা চিহ্নৰ মাজৰ দূৰত্বখিনিক 1 মিটাৰ বুলি নিৰ্ধাৰণ কৰা হৈ আছিল। 1960 চনত মিটাৰৰ সংজ্ঞাটো আছিল এনেকুৱা— ক্ৰিপ্টন লেজাৰৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ 1.65076373×10^6 গুণ দূৰত্বই হ'ল 1 মিটাৰ। 1983 চনত মিটাৰৰ সংজ্ঞাটো নতুনকৈ দিয়া হৈছে। এই সংজ্ঞা অনুসৰি 1 মিটাৰ হ'ল বায়ুশূন্য মাধ্যমত পোহৰে 1/299792458 ছেকেণ্ডত অতিক্ৰম কৰা দূৰত্ব। দৈৰ্ঘ্য আৰু ভৰৰ দৰে আন ভৌতিক ৰাশিৰো প্ৰসংগ মানক আছে।

আকৌ কেলভিন আৰু ছেলছিয়াছ স্কেলৰ মাজৰ সম্বন্ধটো হৈছে —

$$K = {}^0C + 273.15$$

মনত ৰাখিবা, ছেলছিয়াছ আৰু ফাৰেনহাইট স্কেল অনুসৰি উষ্ণতাৰ মান ঋণাত্মক হ'ব পাৰে ; যেনে— উষ্ণতা 0^0 C তকৈ কম হ'লে ঋণাত্মক হ'ব। কিন্তু কেলভিন স্কেল অনুসৰি উষ্ণতাৰ ঋণাত্মক মান সম্ভৱ নহয়।

1.5 জোখ-মাখৰ অনিশ্চয়তা (UNCERTAINTY IN MEASUREMENT)

বিজ্ঞানত আমি সাধাৰণতে বহুতো জোখ-মাখ কৰিবলগীয়া হয়। জোখ-মাখ কৰি পোৱা ভৌতিক ৰাশিৰ মানত প্ৰায়ে কিছু অনিশ্চয়তা থাকে। এই অনিশ্চয়তাৰ কাৰণ বিভিন্ন হ'ব পাৰে ; যেনে— জোখ লোৱা সঁজুলিৰ মানদণ্ড (quality), মানৱীয় ত্ৰুটি (human error) ইত্যাদি। পৰীক্ষালব্ধ ফলসমূহ যথাসম্ভৱ নিশ্চিতভাৱে উপস্থাপন কৰিবলৈ কিছুমান উপায় আছে। তলত এইবোৰ আলোচনা কৰা হ'ল।

1.5.1 বিজ্ঞানসন্মত লিপি (Scientific Notation)

ৰসায়নত আমি সঘনাই অণু-পৰমাণুৰ কথা আলোচনা কৰোঁ। ইহঁতৰ ভৰ অতি কম ; কিন্তু অতি কম পৰিমাণৰ পদাৰ্থতে অণু বা পৰমাণুৰ সংখ্যা অতি বেছি হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, মাত্ৰ 2 g হাইড্ৰ'জেন গেছতে 602, 200, 000, 000, 000, 000, 000, 000 টা হাইড্ৰ'জেন অণু থাকে। আনহাতে এটা হাইড্ৰ'জেন পৰমাণুৰ ভৰ (0.000, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 00166 g) হ'ল এটি অতি সৰু সংখ্যা। একেদৰে প্লাংকৰ ধ্ৰুৱক (Planck's constant), ইলেকট্ৰন বা প্ৰ'টনৰ আধান আদি সৰু সংখ্যা; কিন্তু পোহৰৰ বেগ এটা ডাঙৰ সংখ্যা।

ইমান সংখ্যক শূন্য থকা সংখ্যা লিখোতে বা পঢ়োতে অসুবিধা হয়। এনেকুৱা সংখ্যাৰ যোগ, বিয়োগ,

পূৰণ, হৰণ কৰাও অসুবিধা। এই অসুবিধা আঁতৰোৱাৰ এটা উপায় হৈছে বিজ্ঞানসন্মত লিপিৰ প্ৰয়োগ। বিজ্ঞানসন্মত লিপিত যি কোনো সংখ্যা এটাক $N\times10^n$ ৰূপত লিখা হয় ; ইয়াত N হ'ল 1 আৰু 10 ৰ মাজৰ (10 তকৈ সৰু) এটা সংখ্যা আৰু n হ'ল ধনাত্মক বা ঋণাত্মক সংখ্যা। উদাহৰণ স্বৰূপে, 232.508 সংখ্যাটোৰ বিজ্ঞানসন্মত লিপি 2.32508×10^2 হ'ব। ইয়াত দশমিক বিন্দুটো দুই ঘৰ বাঁওফালে স্থানান্তৰিত কৰিব লগা হৈছে বাবে 10 ৰ ঘাত 2 হৈছে। মনত ৰাখিবা, দশমিক বিন্দু বাঁওফালে স্থানান্তৰিত কৰিবলগীয়া হ'লে ঘাত ধনাত্মক হ'ব।

আকৌ 0.00016 সংখ্যাটোৰ বিজ্ঞানসন্মত লিপি 1.6×10^{-4} হ'ব। ইয়াত দশমিক বিন্দু চাৰিঘৰ স্থানান্তৰিত কৰিব লগীয়া হৈছে বাবে 10 ৰ ঘাত 4 হৈছে। দশমিক বিন্দু সোঁফালে স্থানান্তৰিত কৰা বাবে ঘাত ঋণাত্মক (–4) হৈছে।

বিজ্ঞানসন্মত লিপিত লিখাৰ পাছত সংখ্যাবোৰক লৈ গাণিতিক প্ৰক্ৰিয়া সম্পাদন কৰাত সুবিধা হয়। তলত কিছুমান উদাহৰণ দিয়া হ'ল।

পূৰণ আৰু হৰণ
(Multiplication and Division)

সূচকীয় সংখ্যাৰ (exponential numbers) পূৰণ আৰু হৰণত ব্যৱহৃত নীতিসমূহেই ইয়াত প্ৰযোজ্য হয়। তলত কিছুমান উদাহৰণ দিয়া হ'ল —

$$
\begin{aligned}
(5.6\times10^5)\times(6.9\times10^8) &= (5.6\times6.9)\times10^{5+8}\\
&= (5.6\times6.9)\times10^{13}\\
&= 38.64\times10^{13}\\
&= 3.864\times10^{14}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
(9.8\times10^{-2})\times(2.5\times10^{-6}) &= (9.8\times2.5)\times10^{-2+(-6)}\\
&= (9.8\times2.5)\times10^{-8}\\
&= 24.50\times10^{-8}\\
&= 2.450\times10^{-7}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\frac{2.7\times10^{-3}}{5.5\times10^{4}} &= (2.7\div5.5)\times10^{-3-4}\\
&= 0.4909\times10^{-7}\\
&= 4.909\times10^{-8}
\end{aligned}
$$

যোগ আৰু বিয়োগ
(Addition and Substraction)

এই সংখ্যাবোৰৰ যোগ বা বিয়োগ কৰিবলৈ হ'লে প্ৰথমে আটাইকেইটা সংখ্যাৰে ঘাত একে কৰি ল'ব লাগে। তাৰ পাছত সহগবোৰ প্ৰয়োজন অনুসৰি যোগ বা বিয়োগ কৰিব লাগে।

উদাহৰণ স্বৰূপে, 6.65×10^4 আৰু 8.95×10^3 সংখ্যা দুটা যেনিবা যোগ কৰিব লাগে। সংখ্যা দুটাৰ ঘাত একে কৰিলে আমি পাম 6.65×10^4 আৰু 0.895×10^4; এতিয়া সংখ্যা দুটা আমি তলত দিয়া ধৰণে যোগ কৰিব পাৰোঁ—

$$
\begin{aligned}
6.65\times10^4+0.895\times10^4 &= (6.65+0.895)\times10^4\\
&= 7.545\times10^4
\end{aligned}
$$

একে ধৰণে 2.5×10^{-2} ৰপৰা 4.8×10^{-3} সংখ্যাটো নিম্নোক্তধৰণে বিয়োগ কৰিব পাৰো—

$$
\begin{aligned}
2.5\times10^{-2}-4.8\times10^{-3} &= 2.5\times10^{-2}-0.48\times10^{-2}\\
&= (2.5-0.48)\times10^{-2}\\
&= 2.02\times10^{-2}
\end{aligned}
$$

1.5.2 তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক
(Significant Figures)

ৰসায়নত আমি বিভিন্ন পৰীক্ষা সম্পাদন কৰোঁ। পৰীক্ষাসমূহত প্ৰায়ে বহুতো জোখ-মাখ কৰিবলগীয়া হয়। প্ৰতিটো জোখৰে কিছু পৰিমাণে অনিশ্চয়তা থাকে যদিও জোখবোৰ যথাসম্ভৱ **নিৰ্ভুল** (accurate) আৰু **যথাৰ্থ** (precise) হোৱা উচিত।

যথাৰ্থতাই (precision) কোনো এক পৰীক্ষাত ভৌতিক ৰাশি এটাৰ জোখ লৈ পোৱা বিভিন্ন মানৰ মাজত সামঞ্জস্য (মিল) নিৰ্দেশ কৰে। মানবোৰৰ মাজত পাৰ্থক্য কম হ'লে যথাৰ্থতা ভাল বুলি কোৱা হয়। আনহাতে **নিৰ্ভুলতা** (accuracy) হ'ল ভৌতিক ৰাশিটোৰ কোনো এটা মানৰ সৈতে প্ৰকৃত মানৰ (true value) সামঞ্জস্যৰ জোখ। উদাহৰণ স্বৰূপে, ধৰা বস্তু এটাৰ প্ৰকৃত ভৰ 2.00 g । এজন ছাত্ৰই (ধৰা A) দুবাৰ জুখি বস্তুটোৰ ভৰ যেনিবা 1.95 g আৰু 1.93 g পালে। এই মান দুটা আমি যথাৰ্থ (যথাৰ্থতা ভাল) বুলি ক'ব পাৰো, কিয়নো মান দুটাৰ মাজৰ পাৰ্থক্য কম। আনহাতে মান দুটাৰ নিৰ্ভুলতা কম (শুদ্ধ নহয়), কিয়নো প্ৰকৃত মানৰ সৈতে পাৰ্থক্য বেছি।

আন এজন ছাত্ৰই (ধৰা B) বস্তুটোৰ ভৰ দুবাৰ জুখি যেনিবা 1.94g আৰু 2.05g পালে। এই মান দুটা যথাৰ্থও নহয় আৰু শুদ্ধও নহয়।

আকৌ ধৰা, তৃতীয় এজন ছাত্ৰই (C) একেটা ভৰ দুবাৰ জুখি 2.01 g আৰু 1.99 g পালে। এই মান দুটাৰ মাজত পাৰ্থক্য কম বাবে যথাৰ্থতা ভাল। তদুপৰি দুয়োটা মানৰেই প্ৰকৃত মানৰ সৈতে পাৰ্থক্য কম বাবে মান দুটা যথেষ্ট নিৰ্ভুল। বুজাৰ সুবিধাৰ বাবে এই তথ্যখিনি তালিকা 1.4ত দিয়া হৈছে।

বিজ্ঞানত সাধাৰণতে কোনো এটা জোখৰ শেষৰ অংকটো (digit) সঠিক নহয় বুলি ভবা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, ধৰা কোনো এটা জোখৰ মান 11.2 ; ইয়াৰে

তালিকা 1.4 যথাৰ্থতা আৰু নিৰ্ভুলতা দেখুওৱা তথ্য

	জোখ		
ছাত্ৰ	1	2	গড়
A	1.95 g	1.93 g	1.940 g
B	1.94 g	2.05 g	1.995 g
C	2.01 g	1.99 g	2.000 g

শেষৰ অংকটোক (অৰ্থাৎ, 2) অনিশ্চিত বুলি গণ্য কৰা হয় যদিও প্ৰথম দুটা অংক (1,1) নিশ্চিত। সেইবাবে বিজ্ঞানত এই মানটোক 11.2 ±0.1 হিচাপে লিখিব লাগে। অৱশ্যে 0.1 বুলি নিলিখিলেও শেষৰ অংকটো অনিশ্চিত বুলি বুজা যায়। অনিশ্চিত অংক এটাতকৈ বেছিও হ'ব পাৰে।

ভৌতিক ৰাশিৰ জোখৰ মান এটাত থকা নিশ্চিত আৰু অনিশ্চিত অংককেইটাকে **তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক** (significant figures) বোলা হয়। অৱশ্যে অনিশ্চিত অংক একাধিক হ'লে প্ৰথম অনিশ্চিত অংক আৰু বাকী নিশ্চিত অংককেইটাক তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক বোলা হয়। ওপৰৰ উদাহৰণটোত 1,1 আৰু 2 তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক হ'ব। তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংকৰ সংখ্যাৰ সহায়ত কোনো এটা ভৌতিক ৰাশিৰ মান সম্বন্ধে থকা অনিশ্চয়তা প্ৰকাশ কৰা হয়। নিশ্চিত আৰু অনিশ্চিত অংককেইটাই ৰাশিটোৰ মান সম্বন্ধে থকা অনিশ্চয়তা নিৰ্দেশ কৰে। তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংকৰ সংখ্যা যিমানেই বেছি হয় ভৌতিক ৰাশিৰ মানৰ নিৰ্ভুলতাও সিমানেই বেছি হয়।

তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক নিৰ্ধাৰণ কৰিবলৈ কিছুমান নিয়ম মানি লোৱা হৈছে। এইবোৰ তলত উল্লেখ কৰা হ'ল।

1. সকলোবোৰ অশূন্য অংকই (non-zero digit) তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ হ'ব। যেনে— ধৰা, কোনো এটা বস্তুৰ দীঘ 285 cm; এই মানটোত শূন্য নাই (আটাইকেইটাই অশূন্য অংক)। সেয়েহে মানটোত 3 টা (2, 8 আৰু 5) তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে।

2. সংখ্যা এটাৰ প্ৰথম অশূন্য অংকটোৰ আগত (বাওঁফালে) থকা শূন্যবোৰ তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ নহয়। তেনেকুৱা শূন্যই অকল দশমিক বিন্দুৰ স্থানহে নিৰ্দেশ কৰে। উদাহৰণ স্বৰূপে, 0.03 সংখ্যাটোত

মাত্ৰ এটা (3) তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে। তেনেদৰে 0.0052 সংখ্যাটোত 2টা (5, 2) তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে।

3. দুটা অ-শূন্য অংকৰ মাজত থকা শূন্যবোৰ তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ হ'ব। যেনে, 2.005 সংখ্যাটোত থকা তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংকৰ সংখ্যা হ'ল 4টা (2,0,0,5)।

4. দশমিক বিন্দুৰ সোঁফালে আৰু অন্তিম অ-শূন্য অংকটোৰ পাছত (সোঁফালে) থকা শূন্যবোৰো তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ হ'ব। উদাহৰণ হিচাপে, 0.200 g সংখ্যাটোত 3টা (2,0,0) তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে। মনত ৰাখিবা, দশমিক বিন্দু নাথাকিলে কিন্তু শেষৰ শূন্যবোৰ তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ নহ'ব। সেই কাৰণে 200 সংখ্যাটোত মাত্ৰ এটা (2) তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে। কিন্তু 200. সংখ্যাটোত 3টা আৰু 200.0 সংখ্যাটোত 4টা তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে। এনেকুৱা ক্ষেত্ৰত বিজ্ঞানসন্মত লিপি ব্যৱহাৰ কৰিলে সহজ হয়। 200 সংখ্যাটোক 2×10^2 হিচাপে লিখিলে তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক এটা হ'ব। আনহাতে সংখ্যাটোক 2.0×10^2 হিচাপে লিখিলে তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক 2টা আৰু 2.00×10^2 ৰূপত লিখিলে তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক তিনিটা হ'ব।

5. কোনো বস্তুৰ সংখ্যা গণোতে তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক অসীম হ'ব পাৰে। যেনে- 2টা বল বা 20টা কণী বুলি কওঁতে একেবাৰে সঠিক (নিৰ্দিষ্ট) সংখ্যা এটা বুজোৱা হৈছে। দশমিক ব্যৱহাৰ কৰি আমি অসীম সংখ্যক শূন্য লিখিব পাৰোঁ ; যেনে - 2.00000... বা 20.0000... আদি। সেইকাৰণে তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংকও অসীম হ'ব।

সংখ্যা এটা বিজ্ঞানসন্মত লিপিত ($N\times10^n$) লিখিলে সূচক (10^n) অংশখিনি বাদ দি সহগখিনিতহে (N) তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক নিৰ্দ্ধাৰণ কৰা হয়। যেনে, 4.01×10^2 সংখ্যাটোত 3টা (4, 0, 1) আৰু 8.256×10^{-3} সংখ্যাটোত 4টা (8, 2, 5, 6) তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে।

তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংকৰ যোগ আৰু বিয়োগ (Addition and Subtraction of Significant Figures)

ধৰা, কেইটামান সংখ্যা যোগ কৰিব লাগে। সংখ্যাকেইটাৰ ভিতৰত যিটোত দশমিক বিন্দুৰ সোঁফালে আটাইতকৈ কম সংখ্যক অংক থাকে যোগফলটোতো দশমিক বিন্দুৰ সোঁফালে সিমান সংখ্যক অংক থাকিব লাগিব। যেনে, 12.11, 18.0 আৰু 1.012 সংখ্যা তিনিটা তলত দিয়া ধৰণে যোগ কৰিব পাৰোঁ।

$$\begin{array}{r} 12.11 \\ 18.0 \\ 1.012 \\ \hline 31.122 \\ \hline \end{array}$$

প্ৰদত্ত সংখ্যা তিনিটাৰ ভিতৰত 18.0 সংখ্যাটোত দশমিক বিন্দুৰ সোঁফালে আটাইতকৈ কম সংখ্যক (এইক্ষেত্ৰত এটা অৰ্থাৎ 0) অংক আছে। গতিকে উত্তৰটোত দশমিক বিন্দুৰ সোঁফালে এটাহে অংক থাকিব লাগিব। গতিকে শুদ্ধ উত্তৰটো 31.1 হ'ব।

তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংকৰ পূৰণ আৰু হৰণ (Multiplication and Division of Significant Figures)

ধৰা, দুটা সংখ্যা পূৰণ কৰিব লাগে। ইহঁতৰ যিটো সংখ্যাত তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আটাইতকৈ কম, পূৰণফলটোৰ তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক তাৰ সমান হ'ব লাগিব। যেনে, ধৰা 2.5ক 1.25ৰে পূৰণ কৰিব লাগে।

$$2.5\times1.25 = 3.125$$

2.5 সংখ্যাটোত 2টা আৰু 1.25 সংখ্যাটোত 3টা তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে। উত্তৰটোত 2টাহে (কম)

তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক থাকিব লাগিব। সেইবাবে উত্তৰ 3.1 হ'ব।

ওপৰৰ উদাহৰণটোত তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক 4টাৰ পৰা (3.125ত 4টা তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে) কমাই 2টা (3.1ত 2টা তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক আছে) কৰা হৈছে। তাৰ বাবে দশমিক বিন্দুৰ সোঁফালে থকা দুটা অংক বাদ দিয়া হৈছে। এনেদৰে গাণিতিক ক্ৰিয়া সম্পাদন কৰাৰ পাছত তাৎপৰ্য্য নথকা অংক বাদ দিয়াকে **স্থূলমান নিৰ্ণয় কৰা** (rounding off) বুলি কোৱা হয়। স্থূলমান নিৰ্ণয় কৰোতে তলৰ কথাখিনি মনত ৰাখিব লাগে—

1. একেবাৰে সোঁফালে থকা অংকহে বাদ দিয়া হয়। বাদ দিয়া অংকটো 5 তকৈ ডাঙৰ হ'লে ইয়াৰ ঠিক বাঁওফালে থকা অংকটোৰ সৈতে এক যোগ হ'ব। যেনে, 1.386 সংখ্যাটোৰ একেবাৰে সোঁফালত থকা অংকটো (6, 5তকৈ ডাঙৰ) বাদ দিলে সংখ্যাটো 1.39 হ'ব।
2. বাদ দিয়া অংকটো 5তকৈ সৰু হ'লে ইয়াৰ ঠিক বাঁওফালে থকা অংকটো সলনি নহয়। যেনে, 4.334 সংখ্যাটোৰপৰা একেবাৰে সোঁফালে থকা অংকটো (4, 5তকৈ সৰু) বাদ দিলে সংখ্যাটো 4.33 হ'ব।
3. বাদ দিয়া অংকটো 5 হ'লে,
   a. ইয়াৰ ঠিক বাঁওফালে থকা অংকটো যদি যুগ্ম হয় তেন্তে অংকটো সলনি নহয় (একে থাকিব)।
   b. বাঁওফালে থকা অংকটো যদি অযুগ্ম হয় তেন্তে অংকটোৰ লগত 1যোগ হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, 6.35 সংখ্যাটোৰপৰা 5 বাদ দিলে সংখ্যাটো 6.4 হ'ব। আনহাতে 6.25 সংখ্যাটোৰ স্থূলমান 6.2 হ'ব।

1.5.3 ৰূপান্তৰী গুণক (Conversion Factor)

ভৌতিক ৰাশি এটাৰ মান বিভিন্ন এককত প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। একক ভেদে ভৌতিক ৰাশিটোৰ মানো বিভিন্ন হ'ব পাৰে। এটা এককৰপৰা আন এটা এককলৈ ভৌতিক ৰাশিৰ মান পৰিৱৰ্তিত কৰিবলৈ ৰূপান্তৰী গুণকৰ সহায় লোৱা হয়। ৰূপান্তৰী গুণক হ'ল এটা অনুপাত যাৰ মান 1 হয়। ইয়াক **একক গুণক** (unit factor) বুলিও কোৱা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, ইঞ্চি (inch, in) আৰু চেণ্টিমিটাৰৰ (cm) মাজৰ ৰূপান্তৰী গুণক তলত দিয়া ধৰণে পাব পাৰি।

আমি জানো, 1 in = 2.54 cm

বা, $\frac{1\text{ in}}{1\text{ in}} = \frac{2.54\text{ cm}}{1\text{ in}}$ (দুয়োফালে 1 in ৰে হৰণ কৰি)

$$\therefore \quad 1 = \frac{2.54\text{ cm}}{1\text{ in}}$$

তেনেদৰে দুয়োফালে 2.54 cm ৰে হৰণ কৰি আমি পাম,

$$\frac{1\text{ in}}{2.54\text{ cm}} = 1$$

ইয়াত $\frac{2.54\text{ cm}}{1\text{ in}}$ আৰু $\frac{1\text{ in}}{2.54\text{ cm}}$ হ'ল ৰূপান্তৰী গুণক।

একেদৰে $1000\text{ L} = 1\text{ m}^3$ সম্বন্ধটোৰপৰা পোৱা ৰূপান্তৰী গুণক দুটা হ'ব

$$\frac{1000\text{ L}}{1\text{ m}^3} \text{ আৰু } \frac{1\text{ m}^3}{1000\text{ L}}$$

1.5.4 মাত্ৰিক বিশ্লেষণ (Dimensional Analysis)

বিজ্ঞানত আমি বহুতো গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান কৰোঁ। এনেকুৱা সমস্যাত প্ৰয়োগ হোৱা ভৌতিক ৰাশিৰ এককবোৰক প্ৰণালীবদ্ধভাবে ব্যৱহাৰ কৰি সমাধান সহজ কৰিব পাৰি। ইয়াকে মাত্ৰিক বিশ্লেষণ বোলা হয়। এই

পদ্ধতিত এককসমূহক বীজগণিতীয় ৰাশিৰ দৰে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। সাধাৰণতে সমস্যাটোত থকা বীজগণিতীয় মানসমূহৰ গণনা কৰাৰ আগতে মাত্রিক বিশ্লেষণ কৰা হয়। ভৌতিক ৰাশিটোৰ একক পৰিৱৰ্তন কৰাত মাত্রিক বিশ্লেষণ পদ্ধতিৰ প্ৰয়োগ হয়—

তলত দিয়া পৰ্য্যায়কেইটাৰ জৰিয়তে মাত্রিক বিশ্লেষণ কৰা হয়—

i. গাণিতিক সমস্যাটোত যিটো ৰাশিৰ মান দিয়া আছে, সেই মানটো এককেৰে সৈতে লিখা।

ii. উত্তৰটো কি এককত উলিয়াব লাগে জানি লোৱা।

iii. অকল একক ব্যৱহাৰ কৰি গণনাটো সজাই লোৱা। এইক্ষেত্ৰত বাকী এককসমূহ কটা-কটি গৈ উলিয়াব লগা এককটোহে বাকী ৰ'ব লাগে।

iv. শেষত গাণিতিক সমাধান কৰা।

উদাহৰণ স্বৰূপে, ধৰা, 10 দিনত কিমান মিনিট উলিয়াব লাগে। মাত্রিক বিশ্লেষণ পদ্ধতিৰে নিম্নোক্ত ধৰণে সমাধান কৰিব লাগিব—

i. প্ৰদত্ত ৰাশিটো হ'ল 10 দিন।

ii. উত্তৰটো মিনিটত উলিয়াব লাগে।

iii. $10 \text{ দিন} \times \left(\frac{\text{ঘণ্টা}}{\text{দিন}}\right) \times \left(\frac{\text{মিনিট}}{\text{ঘণ্টা}}\right) = \ldots \text{ মিনিট}$

iv. $10 \cancel{\text{দিন}} \times \frac{24 \cancel{\text{ঘণ্টা}}}{1 \cancel{\text{দিন}}} \times \frac{60 \text{ মিনিট}}{1 \cancel{\text{ঘণ্টা}}}$

$= 14400 \text{ মিনিট}$

উদাহৰণ

ধাতুৰ টুকুৰা এটা 3 in (in = ইঞ্চি) দীঘল হ'লে cm এককত এই দীঘ কিমান হ'ব উলিওৱা।

সমাধান

দিয়া আছে, টুকুৰাটোৰ দীঘ = 3 in (প্ৰদত্ত ৰাশি)

উত্তৰটো cm এককত উলিয়াব লাগে (ইপ্সিত ৰাশি)।

ইপ্সিত ৰাশি = প্ৰদত্ত ৰাশি × ৰূপান্তৰী গুণক।

$$= 3 \text{ in} \times \frac{2.54}{1 \text{ in}} = 7.62 \text{ cm}$$

মনত ৰাখিবা, ৰূপান্তৰী গুণকটো এনেদৰে নিৰ্বাচন কৰিব লাগে যাতে উলিয়াবলগীয়া এককটো লব (numerator) আৰু প্ৰদত্ত এককটো হৰ (denominator) হয়।

উদাহৰণ

এটা পাত্ৰত 2 L গাখীৰ আছে। এই আয়তন m^3 এককত গণনা কৰা।

সমাধান

দিয়া আছে, গাখীৰৰ আয়তন = 2 L (প্ৰদত্ত ৰাশি)

m^3 এককত আয়তন উলিয়াব লাগে। (ইপ্সিত ৰাশি)

আমি জানো, $1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$

বা, $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$

$$\text{ইপ্সিত ৰাশি} = 2 \text{ L} \times \frac{10^{-3} \text{m}^3}{1 \text{ L}}$$

$$= 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

উদাহৰণ

2 দিনত কিমান ছেকেণ্ড (s) হ'ব গণনা কৰা।

সমাধান

দিয়া আছে, সময় = 2 দিন (প্ৰদত্ত ৰাশি)

উত্তৰ ছেকেণ্ডত (s) উলিয়াব লাগে। (ইপ্সিত ৰাশি)

$$\text{ইপ্সিতৰাশি} = 2 \cancel{\text{দিন}} \times \frac{24 \cancel{\text{ঘণ্টা}}}{1 \cancel{\text{দিন}}} \times \frac{60 \cancel{\text{মিনিট}}}{1 \cancel{\text{ঘণ্টা}}} \times \frac{60 \text{ ছেকেণ্ড}}{1 \cancel{\text{মিনিট}}}$$

$$= 2 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}$$

$$= 172800 \text{ s}$$

1.6 ৰাসায়নিক সংযোগৰ সূত্ৰসমূহ (LAWS OF CHEMICAL COMBINATIONS)

মৌলবোৰে যোজিত হৈ যৌগ গঠন কৰে। এই সম্পৰ্কে কিছুমান মূল সূত্ৰ আছে। এইবোৰকে ৰাসায়নিক সংযোগৰ সূত্ৰ বোলা হয়। তলত এই সূত্ৰসমূহ আলোচনা কৰা হ'ল।

1.6.1 ভৰৰ ৰক্ষণশীলতাৰ সূত্ৰ (Law of Conservation of Mass)

Antoine Lavoisier
(1743-1794)

1789 চনত এণ্টইন লেভইছিয়েৰে এই সূত্ৰটো আগবঢ়াইছিল। সূত্ৰটোৰ মতে, **পদাৰ্থৰ সৃষ্টিও কৰিব নোৱাৰি বা ধ্বংসও কৰিব নোৱাৰি।**

লেভইছিয়েৰে অতি সাৱধানেৰে কিছুমান দহন বিক্ৰিয়া সম্পাদন কৰিছিল। তেওঁ বিক্ৰিয়াৰ আৰম্ভণিতে বিক্ৰিয়কৰ মুঠ ভৰ আৰু বিক্ৰিয়াটো সম্পূৰ্ণ হোৱাৰ পাছত বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ মুঠ ভৰ সঠিকভাবে জুখিছিল। এই পৰীক্ষাসমূহৰ ফলাফলৰপৰা তেওঁ উপৰিউক্ত সিদ্ধান্তত উপনীত হৈছিল। ভৰৰ ৰক্ষণশীলতাৰ সূত্ৰটোৱে ৰসায়নৰ বিকাশত প্ৰভূত বৰঙণি যোগাইছে।

1.6.2 স্থিৰানুপাত সূত্ৰ (1799) (Law of Definite Proportions)

Joseph Proust
(1754-1826)

স্থিৰানুপাত সূত্ৰটোৰ আৱিষ্কাৰক হ'ল ফৰাছী ৰসায়নবিদ য'ছেফ প্ৰউষ্ট। সূত্ৰটো হ'ল, **এটা নিৰ্দিষ্ট যৌগ সদায় একে মৌলৰে গঠিত আৰু যৌগটোত মৌলকেইটাৰ ভৰৰ অনুপাত সদায় একে।**

প্ৰউষ্টে প্ৰকৃতিত পোৱা আৰু পৰীক্ষাগাৰত প্ৰস্তুত কৰা (সংশ্লেষিত) কপাৰ কাৰ্বনেট লৈ পৰীক্ষা-নিৰীক্ষা কৰিছিল। তেওঁ লক্ষ্য কৰিছিল যে কপাৰ কাৰ্বনেটৰ উৎস যিয়েই নহওক (প্ৰকৃতি বা পৰীক্ষাগাৰ) কিয়, ই গঠিত হোৱা মৌলবোৰৰ ভৰৰ অনুপাত সদায় একে হয়—

যৌগ	কপাৰৰ %	অক্সিজেনৰ%	কাৰ্বনৰ %
প্ৰকৃতিত পোৱা কপাৰ কাৰ্বনেট	51.35	38.91	9.74
সংশ্লেষিত কপাৰ কাৰ্বনেট	51.35	38.91	9.74

এই সূত্ৰটো অকল কপাৰ কাৰ্বনেটৰ ক্ষেত্ৰতে নহয়; সকলো যৌগৰ ক্ষেত্ৰতে প্ৰযোজ্য। বিভিন্ন পৰীক্ষাৰদ্বাৰা এই সূত্ৰৰ সত্যতা প্ৰমাণিত হৈছে।

1.6.3 গুণানুপাত সূত্ৰ (Law of Multiple Proportions)

1803 চনত জন ডেল্টনে এই সূত্ৰটো আগবঢ়ায়। সূত্ৰটো হ'ল, **দুটা মৌলই লগ লাগি একাধিক যৌগ গঠন কৰিলে যৌগবোৰত এটা মৌলৰ নিৰ্দিষ্ট ভৰৰ সৈতে যোজিত হোৱা আনটো মৌলৰ ভৰৰ অনুপাতটো এক সৰল পূৰ্ণ সংখ্যাৰ অনুপাত হয়।**

উদাহৰণ স্বৰূপে, হাইড্ৰ'জেনে অক্সিজেনৰ সৈতে যোজিত হৈ দুবিধ যৌগ উৎপন্ন কৰে— পানী আৰু হাইড্ৰ'জেন পেৰক্সাইড।

হাইড্ৰ'জেন + অক্সিজেন → পানী

ভৰ = 2 g 16 g 18 g

হাইড্ৰ'জেন + অক্সিজেন → হাইড্ৰ'জেন পেৰক্সাইড

ভৰ = 2 g 32 g 34 g

এই যৌগ দুটাত হাইড্ৰ'জেনৰ এক নিৰ্দিষ্ট ভৰৰ সৈতে (2 g) যোজিত হোৱা অক্সিজেনৰ ভৰৰ অনুপাত হ'ল—

16 g : 32 g = 1 : 2

এইটো (1 : 2) এটা সৰল পূৰ্ণ সংখ্যাৰ অনুপাত।

1.6.4 গে' লুছাকৰ গেছীয় আয়তনৰ সূত্ৰ (Gay Lussac's Law of Gaseous Volumes)

Joseph Louis Gay Lussac

এই সূত্ৰটো গে' লুছাকে 1808 চনত আগবঢ়াইছিল। সূত্ৰটো হ'ল, **দুটা বা ততোধিক গেছৰ মাজত বিক্ৰিয়া ঘটিলে এই গেছসমূহে একে চাপ আৰু উষ্ণতাত সিহঁতৰ আয়তনৰ এক সৰল অনুপাতত যোজিত হয়, আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থও গেছ হ'লে বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ আয়তনৰ (একে চাপ আৰু উষ্ণতাত) মাজত এক সৰল অনুপাত থাকে।**

উদাহৰণ স্বৰূপে, একে চাপ আৰু উষ্ণতাত 100 mL হাইড্ৰ'জেন গেছে 50 mL অক্সিজেন গেছৰ সৈতে যোজিত হৈ 100 mL জলীয় বাষ্প উৎপন্ন কৰে।

হাইড্ৰ'জেন + অক্সিজেন $\rightarrow$ পানী (বাষ্প)

100 mL 50 mL 100 mL
(একে চাপ আৰু উষ্ণতাত)

যোজিত হোৱা হাইড্ৰ'জেন আৰু অক্সিজেন গেছৰ আয়তনৰ অনুপাত হ'ল–

100 mL : 50 mL = 2 : 1

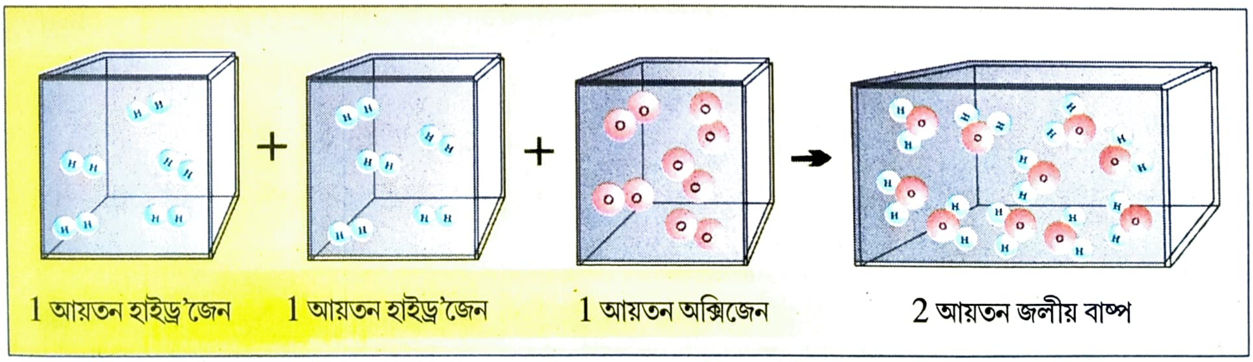
এইটো এটা সৰল অনুপাত। গে' লুছাকৰ এই সূত্ৰটো দৰাচলতে আয়তন হিচাপে স্থিৰানুপাত সূত্ৰ। ইতিমধ্যে পাই অহা স্থিৰানুপাত সূত্ৰটো হ'ল ভৰ হিচাপত ; গে' লুছাকৰ সূত্ৰত আয়তনৰ নিৰ্দিষ্ট অনুপাত বিবেচনা কৰা হৈছে। এভ'গেড্ৰ'ৰ ধাৰণাৰ সহায়ত গে' লুছাকৰ সূত্ৰৰ ব্যাখ্যা দিব পাৰি।

1.7 ডেল্টনৰ পৰমাণু তত্ত্ব (DALTON'S ATOMIC THEORY)

John Dalton (1776-1884)

অতি প্ৰাচীন কালৰপৰাই মানুহে পদাৰ্থৰ গঠন সম্বন্ধে চিন্তা-চৰ্চা কৰিছিল। খৃ.পূ. 400 চনত লিউচিপাছ (Leucipus) আৰু ডেম'ক্ৰিটাছ (Democritus) নামৰ গ্ৰীক দাৰ্শনিক দুজনে এনেদৰে মত পোষণ কৰিছিল যে পদাৰ্থ এটাক ক্ৰমান্বয়ে ভাঙি গৈ থাকিলে শেষত এনেকুৱা এটা কণা পোৱা যাব, যাক আৰু ভাঙিব পৰা নাযায়। পদাৰ্থৰ এই সূক্ষ্মতম অবিভাজ্য কণাটোকে তেওঁলোকে পৰমাণু (*a-tomio*, অৰ্থ অবিভাজ্য) হিচাপে নামকৰণ কৰিছিল। ডেম'ক্ৰিটাছৰ প্ৰায় সমসাময়িকভাৱে ভাৰতৰ কণাড মুনিয়েও একে ধাৰণাকে আগবঢ়াইছিল।

ৰাসায়নিক সংযোগৰ সূত্ৰসমূহ আৱিষ্কাৰ হোৱাৰ পাছত পৰমাণু সম্বন্ধে পুনৰ চিন্তা-চৰ্চা চলে। 1808 চনত জন ডেল্টনে A New System of Chemical Philosophy নামৰ এটা বৈজ্ঞানিক প্ৰবন্ধ প্ৰকাশ কৰে। ইয়াত তেওঁ



চিত্ৰ 1.9 *2 আয়তন হাইড্ৰ'জেনে 1 আয়তন অক্সিজেনৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি 2 আয়তন জলীয় বাষ্প উৎপন্ন কৰে।*

তলত দিয়া ধৰণে মন্তব্য কৰে—

1. সকলো পদাৰ্থ কিছুমান সূক্ষ্ম কণাৰ সমষ্টি। এই কণাবোৰ অবিভাজ্য আৰু ইহঁতক পৰমাণু (atom) বোলা হয়।
2. এবিধ মৌলৰ সকলোবোৰ পৰমাণুৰ ধৰ্ম একে— ইহঁতৰ ভৰো সমান।
3. বেলেগ বেলেগ মৌলৰ পৰমাণুবোৰে নিৰ্দিষ্ট অনুপাতত যোজিত হৈ যৌগ গঠন কৰে।
4. ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াত পৰমাণুৰ সৃষ্টি বা ধ্বংস নহয় ; মাথো সিহঁতৰ পুনৰ সংগঠনহে হয়।

ডেল্টনৰ পৰমাণু তত্ত্ব ব্যৱহাৰ কৰি ৰাসায়নিক সংযোগৰ সূত্ৰসমূহ ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি।

1.8 এভ'গেড্ৰ'ৰ সূত্ৰ (Avogadro's Law)

Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro di Quareqa edi Carreto (1776-1856)

ডেল্টনৰ সময়ত অণু (molecule) সম্পৰ্কে সুস্পষ্ট ধাৰণা নাছিল। 1811 চনত এভ'গেড্ৰ'ই পৰমাণু আৰু অণুৰ পাৰ্থক্য দাঙি ধৰে। লগে লগে তেওঁ নিম্নোক্তধৰণে প্ৰস্তাৱ কৰে— **একে চাপ আৰু উষ্ণতাত সকলো গেছৰে একে আয়তনত সমান সংখ্যক অণু থাকে।**

ওপৰত উল্লেখ কৰা হাইড্ৰ'জেন আৰু অক্সিজেনৰ মাজৰ বিক্ৰিয়াটোৰ আলমত এই কথাখিনি সহজে বুজি পাব পাৰোঁ। আমি পাইছোঁ যে একে চাপ আৰু উষ্ণতাত 2 আয়তন হাইড্ৰ'জেন গেছে (ওপৰৰ উদাহৰণত 100 mL) 1 আয়তন অক্সিজেন গেছৰ (ওপৰৰ উদাহৰণত 50 mL) সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি 2 আয়তন জলীয় বাষ্প (ওপৰৰ উদাহৰণত 100 mL) উৎপন্ন কৰে। চিত্ৰ 1.9ত এই কথাখিনি দেখুওৱা হৈছে। চিত্ৰত তুমি নিশ্চয় মন কৰিছা যে 1 আয়তন হাইড্ৰ'জেনত যিমানটা হাইড্ৰ'জেন অণু দেখুওৱা হৈছে, ঠিক সিমানটা অক্সিজেন অণু 1 আয়তন অক্সিজেনত দেখুওৱা হৈছে। সেই কাৰণে 2 আয়তন হাইড্ৰ'জেন গেছত দুগুণ হাইড্ৰ'জেন অণু (1 আয়তনৰ) আৰু 2 আয়তন জলীয় বাষ্পতো দুগুণ (1 আয়তনৰ) পানীৰ অণু দেখুওৱা হৈছে।

হাইড্ৰ'জেন আৰু অক্সিজেনৰ বিক্ৰিয়াৰ এই পৰিঘটনাটো ব্যাখ্যা কৰা সম্ভৱ হয় যদিহে আমি অণুবোৰ **বহুপাৰমাণৱিক** (polyatomic) বুলি বিবেচনা কৰোঁ। এভ'গেড্ৰ'ই তেনেকুৱা ধৰণেই চিন্তা কৰিছিল। হাইড্ৰ'জেন অণু আৰু অক্সিজেন অণুৰ প্ৰত্যেককে **দ্বিপাৰমাণৱিক** (diatomic) বুলি বিবেচনা কৰিলে পৰিঘটনাটোৰ ব্যাখ্যা আৰু সহজ হয়।

ডেল্টনে কিন্তু এভ'গেড্ৰ'ৰ ধাৰণাটো মানি ল'ব পৰা নাছিল। একে ধৰণৰ পৰমাণু লগ লাগি অণু (যেনে- হাইড্ৰ'জেন অণু, অক্সিজেন অণু আদি) গঠন হ'ব নোৱাৰে বুলি তেওঁ ভাবিছিল। সেই কাৰণে এভ'গেড্ৰ'ৰ ধাৰণাখিনি 1811 চনতে ফৰাচী বিজ্ঞান আলোচনী **Journal de Physidue**ত প্ৰকাশ পালেও ই প্ৰতিষ্ঠা লাভ কৰা নাছিল। ইয়াৰ প্ৰায় 50 বছৰ পাছত (1860 চনত) ৰসায়নৰ প্ৰথম আন্তৰ্জাতিক অধিৱেশনখন জাৰ্মানীৰ কাৰ্লশ্ৰুহেত (Karlsruhe) অনুষ্ঠিত হৈছিল। এই অধিৱেশনতে স্টেনিছলাঅ' কেনিজাৰ'ৰে (Stanislao Cannizaro) এভ'গেড্ৰ'ৰ ধাৰণাৰ গুৰুত্ব আৰু আৱশ্যকতা প্ৰতিপন্ন কৰে।

পৰমাণু আৰু অণু সম্পৰ্কে বৰ্তমানৰ ধাৰণা এনেকুৱা— **পৰমাণু হ'ল মৌলৰ সূক্ষ্মতম কণিকা য'ত মৌলটোৰ সকলো গুণ-ধৰ্ম অক্ষুন্ন থাকে আৰু যিয়ে ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াত অংশ গ্ৰহণ কৰিব পাৰে।** আনহাতে

পদাৰ্থৰ (মৌল বা যৌগ) সূক্ষ্মতম কণিকাটো য'ত পদাৰ্থটোৰ সকলো গুণ-ধৰ্ম অটুট থাকে আৰু যিয়ে মুক্তভাবে থাকিব পাৰে তাকে অণু বোলা হয়।

1.9 পাৰমাণৱিক ভৰ আৰু আণৱিক ভৰ (ATOMIC MASS AND MOLECULAR MASS)

এটা পৰমাণু বা এটা অণুৰ ভৰ অতিশয় কম। দেখা গৈছে যে এটা পৰমাণুৰ ভৰ 1.7×10^{-24}gৰপৰা 4.0×10^{-22} gৰ ভিতৰত থাকে। আজি কালি ইমান কম ভৰ জোখা সম্ভৱ হৈছে। ভৰ বৰ্ণালীমিতিৰ (mass spectrometry) সহায়ত পৰমাণু বা অণুৰ ভৰ সঠিকভাবে নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। **কোনো মৌলৰ এটা পৰমাণুৰ ভৰেই হ'ল মৌলটোৰ পাৰমাণৱিক ভৰ। তেনেদৰে এবিধ পদাৰ্থৰ (যৌগ বা মৌল) অণু এটাৰ ভৰেই হ'ল আণৱিক ভৰ।**

1.9.1 পাৰমাণৱিক ভৰ (Atomic Mass)

ঊনবিংশ শতিকাত কোনো মৌলৰ এটা পৰমাণুৰ ভৰ আন মৌলৰ পৰমাণু এটাৰ ভৰৰ সৈতে তুলনা কৰা হৈছিল। হাইড্ৰ'জেন পৰমাণু সকলোতকৈ পাতল হোৱা বাবে প্ৰথমে ইয়াৰ সৈতে আন মৌলৰ পৰমাণুৰ ভৰ তুলনা কৰা হৈছিল। অৰ্থাৎ এটা হাইড্ৰ'জেন পৰমাণুৰ ভৰ 1 বুলি ধৰি এই সাপেক্ষে আন পৰমাণুৰ ভৰ প্ৰকাশ কৰা হৈছিল। পিচত 1961 চনত হাইড্ৰ'জেনৰ সলনি C–12 ক প্ৰমাণ হিচাপে লোৱা হয়। ইয়াত C–12 হৈছে কাৰ্বনৰ এটা সমস্থানিক (isotope) আৰু ইয়াক সাধাৰণতে ^{12}C চিহ্নৰে বুজোৱা হয়। এনেদৰে ^{12}C পৰমাণুৰ ভৰৰ সৈতে তুলনা কৰি পোৱা কোনো মৌলৰ পৰমাণুৰ ভৰেই হ'ল মৌলটোৰ **আপেক্ষিক পাৰমাণৱিক ভৰ** (relative atomic mass)। আপেক্ষিক পাৰমাণৱিক ভৰকে **পাৰমাণৱিক ভাৰ** (atomic weight) বোলে।

আপেক্ষিক পাৰমাণৱিক ভৰ (Relative Atomic Mass)

কোনো মৌলৰ গড় হিচাপে এটা পৰমাণুৰ ভৰ ^{12}C পৰমাণু এটাৰ ভৰৰ $\frac{1}{12}$ অংশতকৈ যিমান গুণ গধুৰ তাকে মৌলটোৰ আপেক্ষিক পাৰমাণৱিক ভৰ বোলা হয়। অৰ্থাৎ,

মৌলৰ আপেক্ষিক পাৰমাণৱিক ভৰ

$$= \frac{\text{গড় হিচাপে মৌলটোৰ এটা পৰমাণুৰ ভৰ}}{^{12}\text{C পৰমাণু এটাৰ ভৰৰ } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$$

$$= \frac{\text{পাৰমাণৱিক ভৰ}}{\frac{1}{12}\times{}^{12}\text{C পৰমাণু এটাৰ ভৰ}}$$

^{12}C পৰমাণু এটাৰ ভৰৰ $\frac{1}{12}$ অংশক 1 amu (atomic mass unit, পাৰমাণৱিক ভৰ একক) বোলা হয়। আজি -কালি amuক u (unified mass, এককৃত ভৰ) হিচাপে লিখা হয়।

গতিকে মৌলৰ আপেক্ষিক পাৰমাণৱিক ভৰ

$$= \frac{\text{মৌলটোৰ পাৰমাণৱিক ভৰ}}{1\text{u}}$$

∴ মৌলৰ পাৰমাণৱিক ভৰ

= মৌলটোৰ আপেক্ষিক পাৰমাণৱিক ভৰ × 1u

আপেক্ষিক পাৰমাণৱিক ভৰৰ (বা, পাৰমাণৱিক ভাৰৰ) একক নাই ; কিন্তু পাৰমাণৱিক ভৰৰ একক আছে।

যিহেতু $1\text{ amu} = 1\text{ u} = 1.66056\times10^{-24}\text{g}$

$= 1.66056\times10^{-27}$ kg,

সেইবাবে পাৰমাণৱিক ভৰ বিভিন্ন এককত প্ৰকাশ কৰিব পাৰি।

^{12}C পৰমাণু এটাৰ ভৰ 12 amu (atomic mass unit, পাৰমাণৱিক ভৰ একক) বুলি ধৰি লোৱা হৈছে। আন মৌলৰ পৰমাণুৰ ভৰ ^{12}C পৰমাণুৰ এই প্ৰমাণ ভৰ সাপেক্ষে প্ৰকাশ কৰা হয়। এই কথাখিনি তলত দিয়া ধৰণে প্ৰকাশ কৰিব পাৰোঁ।

^{12}C পৰমাণু এটাৰ ভৰ = 12 amu = 12 × 1 amu

^{12}C পৰমাণু এটাৰ ভৰৰ $\frac{1}{12}$ অংশক (সম্পূৰ্ণ শুদ্ধকৈ) 1 amu বোলা হয় ; অৰ্থাৎ

1 amu = ^{12}C পৰমাণু এটাৰ ভৰৰ $\frac{1}{12}$ অংশ

$$= 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 1.6605 \times 10^{-24} \text{ g}$$

আকৌ 1টা হাইড্ৰ'জেন পৰমাণুৰ ভৰ = 1.6736×10^{-24} g

যিহেতু 1.6605×10^{-24} g = 1 amu,

গতিকে $= 1.6736 \times 10^{-24}$ g

$$= \frac{1.6736 \times 10^{-24} \text{ g}}{1.6605 \times 10^{-24} \text{ g}} \times 1 \text{ amu}$$

$$= 1.0078 \text{ amu}$$

$$= 1.008 \text{ amu}$$

আজি কালি 1 amuক 1 u (unified mass, এককৃত ভৰ) হিচাপে লিখা হয়।

আমি যদিও ইয়াত মৌলৰ পাৰমাণৱিক ভৰৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিছোঁ, ৰাসায়নিক গণনাসমূহত কিন্তু গড় পাৰমাণৱিক ভৰহে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। তলত এই বিষয়ে আলোচনা কৰা হৈছে।

1.7.2 গড় পাৰমাণৱিক ভৰ (Average Atomic Mass)

প্ৰকৃতিত পোৱা প্ৰায়ভাগ মৌলৰে সমস্থানিক (isotope) আছে। কিন্তু প্ৰতিটো সমস্থানিকক প্ৰকৃতিত সমান পৰিমাণে পোৱা নাযায়। সেইবাবে আমি সমস্থানিকৰ **আপেক্ষিক প্ৰাচুৰ্য্যৰ** (relative abundance = percent occurrence, শতকৰা অৱস্থিতি) কথা বিবেচনা কৰোঁ। এবিধ মৌলৰ যিটো সমস্থানিক প্ৰকৃতিত অধিক পৰিমাণে থাকে তাৰ আপেক্ষিক প্ৰাচুৰ্য্য বেছি। উদাহৰণ স্বৰূপে, কাৰ্বনৰ তিনিটা সমস্থানিক (^{12}C, ^{13}C, ^{14}C) প্ৰকৃতিত পোৱা যায়। তলত ইহঁতৰ আপেক্ষিক প্ৰাচুৰ্য্য উল্লেখ কৰা হৈছে।

সমস্থানিক	আপেক্ষিক প্ৰাচুৰ্য্য %	পাৰমাণৱিক ভৰ (amu)
^{12}C	98.892	12
^{13}C	1.108	13.00335
^{14}C	2×10^{-10}	14.00317

এই তথ্যখিনিৰপৰা কাৰ্বনৰ গড় পাৰমাণৱিক ভৰ তলত দিয়া ধৰণে গণনা কৰিব পাৰোঁ।

কাৰ্বনৰ গড় পাৰমাণৱিক ভৰ

$$= \frac{98.892 \times 12\,u + 1.108 \times 13.00335\,u + 2 \times 10^{-10} \times 14.00317\,u}{100}$$

= 12.043 u

একেদৰে আন মৌলৰো গড় পাৰমাণৱিক ভৰ গণনা কৰিব পৰা যায়। মন কৰিবা, পৰ্য্যাবৃত্ত তালিকাত মৌলবোৰৰ লগত দিয়া পাৰমাণৱিক ভৰসমূহ আচলতে গড় পাৰমাণৱিক ভৰহে।

1.7.3 আণৱিক ভৰ (Molecular Mass)

এবিধ পদাৰ্থৰ অণু এটাৰ ভৰেই হ'ল আণৱিক ভৰ। পদাৰ্থটোৰ এটা অণুত থকা পৰমাণুবোৰৰ ভৰ (অৰ্থাৎ পাৰমাণৱিক ভৰ) যোগ কৰিলে আণৱিক ভৰ পোৱা যায়। অৱশ্যে অণুটোত যিটো মৌলৰ যিমান সংখ্যক পৰমাণু আছে সেই সংখ্যাটোৰে মৌলটোৰ পাৰমাণৱিক ভৰক পূৰণ কৰিহে যোগ কৰিব লাগিব। উদাহৰণ স্বৰূপে,

মিথেনৰ (CH_4) এটা অণুত 1টা C- পৰমাণু আৰু 4 টা H- পৰমাণু আছে। গতিকে

মিথেনৰ আণৱিক ভৰ

$$= 1 \times (12.011u) + 4 \times (1.008\ u)$$
$$= 16.043\ u$$

তেনেদৰে পানীৰ (H_2O) আণৱিক ভৰ

$$= 2 \times (1.008\ u) + 2 \times 16.00\ u$$
$$= 18.016\ u = 18.02\ u$$

উদাহৰণ

গ্লুক'জৰ ($C_6H_{12}O_6$) আণৱিক ভৰ গণনা কৰা।

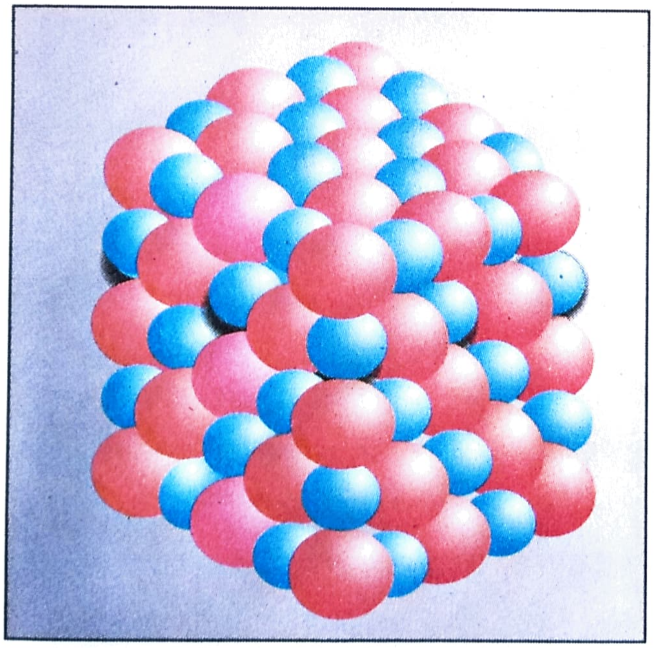
সমাধান

গ্লুক'জৰ আণৱিক ভৰ

$$= 6 \times (12.011u) + 12 \times (1.008u) + 6 \times (16.00\ u)$$
$$= 72.066\ u + 12.096\ u + 96.00\ u$$
$$= 180.162\ u = 180.16\ u$$

1.9.4 সংকেত ভৰ (Formula Mass)

কিছুমান পদাৰ্থৰ পৃথক পৃথক অণু পোৱা যায় ; যেনে— O_2, N_2, CO_2, CH_4 আদি। আন বহুতো পদাৰ্থৰ ক্ষেত্ৰত এনেকুৱা পৃথক পৃথক অণু নাথাকে ; যেনে- ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড, পটাছিয়াম ক্ল'ৰাইড আদি। এনেকুৱা যৌগত ধনাত্মক (যেনে- ছ'ডিয়াম আয়ন, Na^+) আৰু ঋণাত্মক (যেনে— ক্ল'ৰাইড আয়ন, Cl^-) কণাসমূহ এটাৰ পাছত আনটো সজ্জিত হৈ ত্ৰিমাত্ৰিক গঠন (three-dimensional structure) এটাৰ সৃষ্টি কৰে (চিত্ৰ 1.10)।



চিত্ৰ 1.10 ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডত Na^+ আৰু Cl^-ৰ সজ্জা

ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডত প্ৰতিটো ছ'ডিয়াম আয়নক (Na^+) ছয়টা ক্ল'ৰাইড আয়নে (Cl^-) আৱৰি থাকে। তেনেদৰে প্ৰতিটো Cl^-ক ছয়টা Na^+ আয়নে আৱৰি থাকে।

এনেধৰণৰ যৌগৰ বাবে লিখা সংকেতটোৱে যৌগটো গঠিত হোৱা মৌলকেইটাৰ মাজৰ ন্যূনতম অনুপাতটোহে দিয়ে ; সেয়া যৌগটোৰ আণৱিক সংকেত নহয়। সেইবাবে সংকেতটোৰপৰা গণনা কৰা ভৰ যৌগটোৰ আণৱিক ভৰ হ'ব নোৱাৰে। এনেকুৱা যৌগৰ সংকেত ব্যৱহাৰ কৰি গণনা কৰা ভৰক **সংকেত ভৰ** (formula mass) বোলা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ সংকেত (NaCl) ব্যৱহাৰ কৰি পোৱা ভৰেই হ'ল ইয়াৰ সংকেত ভৰ। অৰ্থাৎ

ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ সংকেত ভৰ

$$= 1 \times 23.0\ u + 1 \times 35.5\ u$$
$$= 58.5\ u$$

1.10 ম'লৰ ধাৰণা আৰু ম'লাৰ ভৰ (MOLE CONCEPT AND MOLAR MASS)

অণু-পৰমাণুবোৰ অতিশয় ক্ষুদ্ৰ কণা। অতি কম পৰিমাণৰ পদাৰ্থতো অণু বা পৰমাণুৰ সংখ্যা যথেষ্ট বেছি হয়। এনেকুৱা ডাঙৰ সংখ্যা বুজাবলৈ ম'ল (mole, চমুকৈ mol) এককটো ব্যৱহাৰ কৰা হয়। আমি জানো,

1 ডজন = 12 টা

1 গ্ৰছ = 144 টা

1 পোন = 80 টা

ঠিক তেনেদৰে, $1 mol = 6.022 \times 10^{23}$ টা

ডজন, গ্ৰছ, পোন আদিয়ে যেনেদৰে সংখ্যা বুজায়, mol এককটোও সংখ্যা বুজাবলৈ ব্যৱহৃত হয়। সাধাৰণতে সূক্ষ্মকণাৰ (যেনে- অণু, পৰমাণু, ইলেকট্ৰন, প্ৰ'টন, আয়ন আদি) সংখ্যা বুজাবলৈ mol ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিত (SI) পদাৰ্থৰ পৰিমাণৰ (amount) একক হৈছে mol ; ই সাতটা মূল এককৰ ভিতৰৰ এটা। ইংৰাজীৰ amount আৰু quantity শব্দ দুটাৰ অসমীয়া অৰ্থ একেই— পৰিমাণ। ৰসায়নত দুয়োটা শব্দৰে অৰ্থ কিন্তু সুকীয়া— amount শব্দটোৱে সংখ্যা নিৰ্দেশ কৰে যদিও quantity শব্দটোৱে সংখ্যা আৰু ভৰ দুয়োটা নিৰ্দেশ কৰে।

ম'লৰ সংজ্ঞা এনেধৰণৰ — **^{12}C সমস্থানিকৰ 12g ত (বা, 0.012 kgত) যিমানটা পৰমাণু আছে সিমান সংখ্যক কণাযুক্ত পদাৰ্থৰ পৰিমাণকে (amount) 1 mol বোলা হয়।**

^{12}C সমস্থানিকৰ 12 gত কিমানটা পৰমাণু আছে জানিবলৈ এটা ^{12}C পৰমাণুৰ ভৰ সঠিকভাবে ভৰ বৰ্ণালীমেতাৰ (mass spectrometer) সহায়ত নিৰ্ণয় কৰা হৈছে। এই পদ্ধতিৰে দেখা গৈছে যে

1টা ^{12}C পৰমাণুৰ ভৰ $= 1.992648 \times 10^{-23}$ g

ম'লৰ সংজ্ঞাৰপৰা আমি পাইছো যে—

1 mol ^{12}C ৰ ভৰ $= 12$ g

গতিকে 12 g ^{12}C ত থকা কাৰ্বন পৰমাণুৰ সংখ্যা

$$= \frac{12\text{g} / \text{mol}\ ^{12}\text{C}}{1.992648 \times 10^{-23}\text{g} /\ ^{12}\text{C পৰমাণু}}$$

$= 6.0221367 \times 10^{23}$ পৰমাণু/mol

গতিকে, 1 mol $= 6.0221367 \times 10^{23}$

$\approx 6.022 \times 10^{23}$

ৰসায়নত এইটো এটা অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ সংখ্যা। ইয়াক আমাডেঅ' এভ'গ্ৰেড্ৰ'ৰ নাম অনুসৰি **এভ'গ্ৰেড্ৰ' ধ্ৰুৱক** (Avogadro contstant, N_A) বোলা হয়। অৰ্থাৎ,

এভ'গ্ৰেড' ধ্ৰুৱক (N_A) $= 6.022 \times 10^{23}$ mol^{-1}

এই সংখ্যাটো এটা অতি ডাঙৰ সংখ্যা ; তলত দিয়া ধৰণে লিখিলে সংখ্যাটো কিমান ডাঙৰ বুজা যায় —

602213670000000000000000

গতিকে সিমান সংখ্যক সত্বা (entity, সাধাৰণতে অণু, পৰমাণু আদি) লগ লাগিলে 1 mol হ'ব। যেনে-

1 mol হাইড্ৰ'জেন পৰমাণু

$= 6.022 \times 10^{23}$টা H পৰমাণু

1 mol পানীৰ অণু $= 6.022 \times 10^{23}$টা পানীৰ অণু

1 mol ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড

$= 6.022 \times 10^{23}$ টা NaCl সংকেত একক

1 mol ইলেকট্ৰন $= 6.022 \times 10^{23}$ টা ইলেকট্ৰন

ম'লৰ সংজ্ঞা ব্যৱহাৰ কৰি কোনো পদাৰ্থৰ 1molৰ ভৰ জানিব পৰা যায়। কোনো এক পদাৰ্থৰ 1mol ৰ ভৰক **ম'লাৰ ভৰ** (molar mass) বোলা হয়। ম'লাৰ ভৰ সাধাৰণতে (g mol^{-1}) এককত প্ৰকাশ কৰা হয়। পাৰমাণৱিক ভৰক গ্ৰাম হিচাপে লিখিলে 1 mol পৰমাণুৰ ভৰ পোৱা যায়। তেনেদৰে আণৱিক ভৰক গ্ৰাম হিচাপে লিখি 1 mol অণুৰ ভৰ পাব পাৰি। যেনে—

চিত্ৰ 1.11 বিভিন্ন পদাৰ্থৰ 1 mol

1 mol অক্সিজেন পৰমাণুৰ ভৰ = 16 g

1 mol অক্সিজেন অণুৰ ভৰ = 32 g

অৰ্থাৎ গ্ৰাম হিচাপে ম'লাৰ ভৰৰ মান amu হিচাপে পাৰমাণৱিক ভৰ/আণৱিক ভৰ/সংকেত ভৰৰ সমান। যেনে—

পানীৰ ম'লাৰ ভৰ = 18.02 g mol^{-1}

ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ ম'লাৰ ভৰ = 58.5 g mol^{-1}

1.11 শতকৰা সংযুতি (PERCENTAGE COMPOSITION)

কোনো পদাৰ্থৰ এক নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণত থকা কণাৰ (পৰমাণু, অণু আদি) সংখ্যা সম্বন্ধে আমি আলোচনা কৰিলোঁ। বহুত সময়ত এটা যৌগত থকা কোনো এক মৌলৰ (বা, আটাইকেইটা মৌলৰ) শতকৰা পৰিমাণ জনা প্ৰয়োজনীয় হৈ পৰে। ধৰা, তোমাক এটা আগেয়ে নজনা যৌগ দিয়া হৈছে। লগে লগে তুমি হয়তো সুধিব পাৰা— যৌগটো কি কি মৌলৰে গঠিত হৈছে? বা, যৌগটোৰ সংকেত কি? বা, যৌগটোত ভৰ হিচাপে কি অনুপাতত মৌলবোৰ যোজিত হৈ আছে? জ্ঞাত যৌগৰ ক্ষেত্ৰতো এনেকুৱা তথ্য জানিব পাৰিলে যৌগটো বিশুদ্ধ হয় নে নহয় জানিব পাৰি।

যৌগ এটাত থকা মৌলবোৰৰ শতকৰা সংযুতি গণনা কৰিব পাৰি। ইয়াৰ বাবে তলত দিয়া সম্বন্ধটো ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

এটা যৌগত মৌল এটাৰ শতকৰা পৰিমাণ (ভৰ হিচাপে)

$$= \frac{\text{যৌগটোত মৌলটোৰ ভৰ} \times 100}{\text{যৌগটোৰ 1 mol ৰ ভৰ}}$$

উদাহৰণ স্বৰূপে, 1 mol H_2O ৰ ভৰ = 18.02 g

গতিকে H_2O ত হাইড্ৰ'জেনৰ ভৰৰ শতকৰা পৰিমাণ

$$= \frac{2 \times 1.008 \text{ g}}{18.02 \text{ g}} \times 100$$

$$= 11.18$$

তেনেদৰে H_2O ত অক্সিজেনৰ ভৰৰ শতকৰা পৰিমাণ

$$= \frac{1 \times 16.00 \text{ g}}{18.02 \text{ g}} \times 100$$

$$= 88.79$$

গতিকে H_2O ত 11.18% হাইড্ৰ'জেন আৰু 88.79% অক্সিজেন আছে।

একে পদ্ধতিৰে ইথানলত থকা কাৰ্বন, হাইড্ৰ'জেন আৰু অক্সিজেনৰ ভৰৰ শতকৰা পৰিমাণ গণনা কৰিব পাৰি।

ইথানলৰ আণৱিক সংকেত হ'ল C_2H_5OH;

1 mol ইথানলৰ ভৰ

$$= (2 \times 12.01 + 6 \times 1.008 + 1 \times 16.00) \text{ g}$$

$$= 46.068 \text{ g}$$

গতিকে ইথানলত কাৰ্বনৰ ভৰৰ শতকৰা পৰিমাণ

$$= \frac{2 \times 12.01 \text{ g}}{46.068 \text{ g}} \times 100$$

$$= 52.14$$

হাইড্ৰ'জেনৰ ভৰৰ শতকৰা পৰিমাণ

$$= \frac{6 \times 1.008 \text{ g}}{46.068 \text{ g}} \times 100$$

$$= 13.13$$

আৰু অক্সিজেনৰ ভৰৰ শতকৰা পৰিমাণ

$$= \frac{1 \times 16.00 \text{ g}}{46.068 \text{ g}} \times 100$$

$$= 34.73$$

গতিকে ইথানলত 52.14% কাৰ্বন, 13.13% হাইড্ৰ'জেন আৰু 34.73% অক্সিজেন আছে।

1.11.1 আণৱিক সংকেত আৰু আনুভৱিক সংকেত (Molecular Formula and Empirical Formula)

যৌগ এটাৰ আণৱিক সংকেতৰপৰা অণু এটাত থকা

প্ৰতিবিধ পৰমাণুৰ সংখ্যা সঠিকভাবে পোৱা যায়। আনহাতে আনুভৱিক সংকেতে যৌগৰ অণুত থকা বিভিন্ন বিধ পৰমাণুৰ মাজৰ আটাইতকৈ সৰল পূৰ্ণ সংখ্যাৰ অনুপাতটো দিয়ে। যেনে, বেনজিনৰ আণৱিক সংকেত হ'ল C_6H_6; আনহাতে ইয়াৰ আনুভৱিক সংকেত হ'ল CH (প্ৰতিবিধ পৰমাণুৰ মাজৰ সৰল অনুপাত)। বিভিন্ন যৌগৰ আণৱিক সংকেত সাধাৰণতে বেলেগ যদিও আনুভৱিক সংকেত একে হ'ব পাৰে। যেনে- বেঞ্জিন (C_6H_6) আৰু ইথাইনৰ (C_2H_2) আণৱিক সংকেত বেলেগ বেলেগ ; কিন্তু আনুভৱিক সংকেত একে (CH)।

আণৱিক সংকেত আৰু আনুভৱিক সংকেতৰ মাজৰ সম্বন্ধটো হ'ল

আণৱিক সংকেত = $(\text{আনুভৱিক সংকেত})_n$

যৌগত এবিধ থকা মৌলবোৰৰ ভৰ হিচাপে শতকৰা পৰিমাণ পৰীক্ষাৰদ্বাৰাও নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। এই শতকৰা পৰিমাণৰপৰা যৌগটোৰ আনুভৱিক সংকেত গণনা কৰি উলিয়াব পাৰি। আকৌ যৌগটোৰ ম'লাৰ ভৰো যদি জনা যায় তেন্তে আণৱিক সংকেতো নিৰ্ণয় কৰা সম্ভৱ হয়। ইয়াৰ বাবে তলত দিয়া পদ্ধতিটো অনুসৰণ কৰিব লাগিব।

পৰ্য্যায় 1 প্ৰথমতে মৌলবোৰৰ শতকৰা ভৰক গ্ৰাম হিচাপে লিখা।

পৰ্য্যায় 2 প্ৰতিটো মৌলৰ ম'ল গণনা কৰা।

পৰ্য্যায় 3 প্ৰতিটো মৌলৰ ম'লক আটাইতকৈ সৰু মানৰ ম'লটোৰে হৰণ কৰা।

পৰ্য্যায় 4 পৰ্য্যায় 3ত পোৱা সংখ্যাকেইটা ব্যৱহাৰ কৰি যৌগটোৰ আনুভৱিক সংকেত লিখা।

পৰ্য্যায় 5 আণৱিক সংকেত নিৰ্ণয় কৰা—

(a) আনুভৱিক সংকেত অনুসৰি ভৰ গণনা কৰা।

(b) আণবিক ভৰক আনুভৱিক সংকেত ভৰেৰে হৰণ কৰা। হৰণফল এটা অখণ্ড সংখ্যা (n) হ'ব।

(c) অখণ্ড সংখ্যাটোৰে (n) আনুভৱিক সংকেতক পূৰণ কৰিলে আণবিক সংকেত পাবা।

উদাহৰণ 1.2

এটা যৌগত 4.07% হাইড্ৰ'জেন, 24.27% কাৰ্বন আৰু 71.65% ক্ল'ৰিন আছে। যৌগটোৰ ম'লাৰ ভৰ 98.96 g mol^{-1} হ'লে আনুভৱিক সংকেত আৰু আণৱিক সংকেত নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান

পৰ্য্যায় 1 : মৌলকেইটাৰ শতকৰা ভৰক গ্ৰাম হিচাপে লিখিব লাগে।

শতকৰা পৰিমাণৰপৰা আমি ক'ব পাৰো যে যৌগটোৰ 100 g ত 4.07 g হাইড্ৰ'জেন, 24.27 g কাৰ্বন আৰু 71.65 g ক্ল'ৰিণ আছে।

পৰ্য্যায় 2 : প্ৰতিটো মৌলৰ ম'ল গণনা কৰিব লাগে।

প্ৰতিটো মৌলৰ ভৰক তাৰ ম'লাৰ ভৰেৰে হৰণ কৰিলে ম'ল পোৱা যাব।

$$\therefore\ 4.07\ g\ H \equiv \frac{4.07\ g}{1.008\ g\ mol^{-1}} = 4.04\ mol$$

$$24.27\ g\ C \equiv \frac{24.27\ g}{12.01\ g\ mol^{-1}} = 2.021\ mol$$

$$71.65\ g\ Cl \equiv \frac{71.65\ g}{35.453\ g\ mol^{-1}} = 2.021\ mol$$

পৰ্য্যায় 3 : আটাইতকৈ সৰু মানৰ ম'লটোৰে প্ৰতিটো ম'লক হৰণ কৰিব লাগে।

ইয়াত আটাইতকৈ সৰু মানটো হ'ল 2.021 mol ; এই মানটোৰে আটাইকেইটা মানকে হৰণ কৰিলে আমি পাম

হাইড্ৰ'জেনৰ বাবে $\frac{4.04\ mol}{2.021} = 2$

কাৰ্বনৰ বাবে $\frac{2.021 \text{ mol}}{2.021} = 1$

ক্ল'ৰিণৰ বাবে $\frac{2.021 \text{ mol}}{2.021} = 1$

অৰ্থাৎ H : C : Cl = 2 : 1 : 1

পৰ্য্যায় 4 : আনুভৱিক সংকেতটো লিখিব লাগে।

C, H আৰু Cl ৰ অনুপাত (পৰ্য্যায় 3) প্ৰয়োগ কৰিলে আনুভৱিক সংকেত হ'ব CH_2Cl

পৰ্য্যায় 5 : আণৱিক সংকেতটো লিখা।

(a) আনুভৱিক সংকেত অনুসৰি ভৰ হ'ব

(12.01 + 2×1.008 + 35.453) u

= 49.48 u

(b) যৌগটোৰ আণৱিক ভৰ = 98.96 u

আণৱিক ভৰক আনুভৱিক সংকেত ভৰেৰে হৰণ কৰিলে পাম

$$\frac{98.96 \text{ u}}{49.48 \text{ u}} = 2 = n$$

(c) আনুভৱিক সংকেতক 2 ৰে পূৰণ কৰিলে আণৱিক সংকেত পোৱা যাব।

আণৱিক সংকেত = (আনুভৱিক সংকেত)$_2$

$= (CH_2Cl)_2 = C_2H_4Cl_2$

1.12 ষ্টয়কিঅ'মিতি আৰু ষ্টয়কিঅ'মিতীয় গণনা (STOICHIOMETRY AND STOICHIOMETRIC CALCULATIONS)

'Stoichiometric' শব্দটো দুটা গ্ৰীক শব্দৰপৰা সৃষ্টি হৈছে — *stoicheion* (অৰ্থ, মৌল) আৰু *metron* (অৰ্থ, জোখা)। গতিকে ষ্টয়কিঅ'মিতিৰ অৰ্থ হ'ল, ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়া এটাৰ বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ ভৰ গণনা।

ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াক আমি ৰাসায়নিক সমীকৰণেৰে উপস্থাপন কৰো। ৰাসায়নিক সমীকৰণ সমতুল হোৱা বাঞ্ছনীয়। সমতুল ৰাসায়নিক সমীকৰণৰপৰা (balance chemical equation) আমি কিছুমান তথ্য লাভ কৰিব পাৰোঁ। উদাহৰণ স্বৰূপে, মিথেনৰ দহনত সংঘটিত হোৱা ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াটোকে লোৱা যাওক। বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সমতুল ৰাসায়নিক সমীকৰণটো হ'ল—

$$CH_4(g) + 2\,O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2\,H_2O\,(g)$$

ইয়াত মিথেন (CH_4) আৰু ডাইঅক্সিজেন (O_2) হ'ল বিক্ৰিয়ক (reactants) ; কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) আৰু পানী হ'ল বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ (products)। বিক্ৰিয়াটোত থকা আটাইকেইবিধ পদাৰ্থই গেছীয় অৱস্থাত আছে আৰু সেয়া '(g)' চিহ্নটোৰে বুজোৱা হৈছে। একেদৰে বিক্ৰিয়াত কঠিন (solid) আৰু জুলীয়া (liquid) পদাৰ্থ থাকিলে ক্ৰমে (s) আৰু (l)ৰে বুজোৱা হয়।

বিক্ৰিয়াটোত O_2 আৰু H_2O ৰ সৈতে থকা সহগ 2 ক ষ্টয়কিঅ'মিতীয় সহগ (stoichiometric coefficient) বোলা হয়। বিক্ৰিয়াটোত CH_4 আৰু CO_2ৰ সহগ হ'ল 1 (প্ৰত্যেকৰে)।

এই ৰাসায়নিক সমীকৰণটোৰপৰা আমি তলত দিয়া তথ্যখিনি পাওঁ—

- মিথেনৰ এটা অণুৱে অক্সিজেনৰ 2টা অণুৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডৰ এটা অণু আৰু পানীৰ 2টা অণু উৎপন্ন কৰে।
- 1 mol মিথেনে [CH_4(g)] 2 mol অক্সিজেন গেছৰ [O_2(g)] সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি 1 mol কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড [CO_2(g)] আৰু 2 mol পানী [H_2O(g)] উৎপন্ন কৰে।
- 16 g মিথেনে 2×32 g অক্সিজেন গেছৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি 44 g কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড আৰু 2×18g পানী উৎপন্ন কৰে।

ৰাসায়নিক সমীকৰণ সমতুলকৰণ (Balancing a chemical equation)

ভৰৰ ৰক্ষণশীলতাৰ সূত্ৰ অনুসৰি ৰাসায়নিক সমীকৰণ এটাৰ দুয়োফালে প্ৰতিবিধ মৌলৰ পৰমাণুৰ সংখ্যা সমান হ'ব লাগিব। সেইবাবে ৰাসায়নিক সমীকৰণ সমতুল হ'ব লাগে। বহুতো ৰাসায়নিক সমীকৰণ **চেষ্টা আৰু ত্ৰুটি পদ্ধতিৰে** (trial and error method) সমতুল কৰিব পাৰি। উদাহৰণ স্বৰূপে, তলৰ বিক্ৰিয়া কেইটালৈ মন কৰা—

$4\,Fe\,(s) + 3O_2\,(g) \rightarrow 2\,Fe_2O_3\,(s)$ (a) সমতুল সমীকৰণ

$2\,Mg(s) + O_2\,(g) \rightarrow 2\,MgO\,(s)$ (b) সমতুল সমীকৰণ

$P_4(s) + O_2\,(g) \rightarrow P_4O_{10}\,(s)$ (c) অসমতুল সমীকৰণ

সমীকৰণ (a) ত বাঁওফালে যিমানটা Fe পৰমাণু আছে, সোঁফালেও ঠিক সিমানটা Fe পৰমাণু আছে। তেনেদৰে অক্সিজেন পৰমাণুৰ সংখ্যাও সমান। সমীকৰণ (b) তো দুয়োফালে Mg আৰু O পৰমাণুৰ সংখ্যা সমান। গতিকে (a) আৰু (b) হ'ল সমতুল সমীকৰণ। আনহাতে সমীকৰণ (c) সমতুল নহয় ; কাৰণ এই সমীকৰণত P পৰমাণু সমান হ'লেও O পৰমাণুৰ সংখ্যা দুয়োফালে সমান নহয়। O_2ৰ সহগ 5 বহুৱালে সমীকৰণটো সমতুল হ'ব—

$$P_4(s) + 5O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(s)$$ সমতুল সমীকৰণ

এতিয়া প্ৰপেন (C_3H_8) গেছৰ দহনত সংঘটিত হোৱা বিক্ৰিয়াটোৰ কথা বিবেচনা কৰোঁ আহা। এই ক্ষেত্ৰত সমীকৰণটো নিম্নোক্ত পৰ্য্যায়কেইটাৰ জৰিয়তে সমতুল কৰিব পাৰি—

পৰ্য্যায় 1: বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰৰ সংকেত শুদ্ধকৈ লিখা। ইয়াত বিক্ৰিয়ক হ'ল প্ৰপেন আৰু অক্সিজেন ; আকৌ বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ হ'ল কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড আৰু পানী।

$$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$$ অসমতুল সমীকৰণ

পৰ্য্যায়2 : চেষ্টা আৰু ত্ৰুটি পদ্ধতিত প্ৰথমে সমীকৰণটোত থকা আটাইতকৈ ডাঙৰ অণুটোৰ কথা বিবেচনা কৰিব লাগে। বিক্ৰিয়াটোত ডাঙৰ অণু হ'ল C_3H_8 ; ইয়াত 3টা C পৰমাণু আছে। C পৰমাণু সমতুল কৰিবলৈ CO_2ৰ সহগ 3 বহুৱাব লাগিব। তেতিয়া বিক্ৰিয়াটো হ'ব—

$$C_3H_8\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow 3CO_2\,(g) + H_2O\,(l)$$

পৰ্য্যায় 3 : আকৌ C_3H_8 ত (বিক্ৰিয়াটোত বাঁওফালে 8টা H পৰমাণু আছে। বিক্ৰিয়াটোত সোঁফালে এটা H_2O ত দুটা H পৰমাণু আছে। গতিকে H_2O ৰ আগত সহগ 4 বহুৱালে H পৰমাণু সমতুল হ'ব।

$$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow 3\,CO_2(g) + 4H_2O\,(l)$$

পৰ্য্যায় 4: O পৰমাণুৰ সংখ্যা দুয়োফালে সমান কৰিব লাগে। বিক্ৰিয়াটোৰ সোঁফালে (পৰ্য্যায় 3) মুঠতে 10টা (3 CO_2ৰ 6টা আৰু $4H_2O$ ৰ 4টা) O পৰমাণু আছে। সেইকাৰণে বাঁওফালেও 10টা O পৰমাণু হ'ব লাগিব। গতিকে O_2 ৰ সহগ 5 হ'ব।

পৰ্য্যায় 5: সমীকৰণটোত প্ৰতিবিধ পৰমাণু সমতুল হৈছে নে নাই গণি চোৱা।

দেখা গ'ল যে সমীকৰণটোৰ প্ৰতিফালে 3টা C পৰমাণু, 8টা H পৰমাণু আৰু 10টা O অক্সিজেন পৰমাণু আছে। গতিকে সমীকৰণটো সমতুল হৈছে।

মনত ৰাখিবা, বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ সংকেতবোৰ শুদ্ধ হ'লহে সমীকৰণটো শুদ্ধকৈ সমতুল হ'ব। সমতুল কৰোতে কোনো পদাৰ্থৰ সংকেতত থকা পদাংক (subscripts) সলনি কৰিব নোৱাৰা।

প্ৰমাণ উষ্ণতা আৰু চাপত 22.4 L মিথেনে 44.8 L অক্সিজেন গেছৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি 22.4 L কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড আৰু 44.8 L জলীয় বাষ্প উৎপন্ন কৰে।

কোনো গাণিতিক উদাহৰণত ভৰ দিয়া থাকিলে তাক ম'ললৈ পৰিবৰ্তিত কৰিব পাৰি। ম'লৰ মানৰপৰা অণুৰ সংখ্যা গণনা কৰি উলিয়াব পাৰি। ইয়াৰে ওলোটা গণনাও সম্ভৱ।

উদাহৰণ 1.3

16 g মিথেনৰ সম্পূৰ্ণ দহনৰ ফলত উৎপন্ন হোৱা পানীৰ ভৰ গণনা কৰা।

সমাধান

পৰ্য্যায় 1: মিথেনৰ দহনৰ বাবে সমতুল সমীকৰণটো হ'ল

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

পৰ্য্যায় 2: প্ৰদত্ত ৰাশি $= 16\ g\ CH_4 \equiv \dfrac{16\ g\ CH_4}{16\ g\ mol^{-1}}$

$= 1\ mol\ CH_4$

পৰ্য্যায় 3 : উৎপন্ন হোৱা পানীৰ ভৰ উলিয়াব লাগে।

পৰ্য্যায় 4 : সমতুল ৰাসায়নিক সমীকৰণৰপৰা আমি পাওঁ,

1 mol CH_4 ৰ পৰা পানী উৎপন্ন হয় 2 mol

$\therefore$ উৎপন্ন হোৱা পানীৰ পৰিমাণ = 2 mol

পৰ্য্যায় 5 : উৎপন্ন হোৱা পানীৰ ভৰ

= পানীৰ ম'ল × পানীৰ ম'লাৰ ভৰ

$= 2\ mol \times 18\ g\ mol^{-1}$

$= 36\ g$

উদাহৰণ 1.4

কিমান ম'ল মিথেনৰ দহন ঘটালে 22 g CO_2 পোৱা যাব গণনা কৰা।

সমাধান

মিথেনৰ দহনৰ বাবে সমতুল সমীকৰণটো হ'ল

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

প্ৰদত্ত ৰাশি $= 22\ g\ CO_2 \equiv \dfrac{22\ g\ CO_2}{44\ g\ mol^{-1}}$

$= 0.5\ mol\ CO_2$

প্ৰয়োজনীয় CH_4 ৰ ম'ল গণনা কৰিব লাগে।

ৰাসায়নিক সমীকৰণৰপৰা পাওঁ,

1 mol CO_2 উৎপন্ন হয় 1 mol CH_4 ৰপৰা

$\therefore$ 0.5 mol CO_2 উৎপন্ন হয় 0.5mol CH_4 ৰপৰা

$\therefore$ প্ৰয়োজনীয় CH_4 ৰ পৰিমাণ = 0.5 mol

1.12.1 সীমিতকাৰী বিকাৰক (Limiting Reagent)

দুবিধ বিক্ৰিয়কৰ মাজত সংঘটিত হোৱা বিক্ৰিয়া এটাৰ কথা ভাবাচোন। এবিধ বিক্ৰিয়কৰ এক নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণে আনটো বিক্ৰিয়কৰ এক নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰে। এই পৰিমাণ সমতুল ৰাসায়নিক সমীকৰণৰপৰা পোৱা যায়। বেছিভাগ ক্ষেত্ৰতে উপযুক্ত পৰিমাণৰ বিক্ৰিয়ক ব্যৱহাৰ কৰি বিক্ৰিয়া সম্পাদন কৰা নহয়— লগাতকৈ এটা বিক্ৰিয়কৰ পৰিমাণ বেছি, আনটোৰ কম হয়। বিক্ৰিয়াত প্ৰয়োজনতকৈ কমকৈ লোৱা বিক্ৰিয়কটো আগতে শেষ হয়। তাৰ পাছত বিক্ৰিয়াটো সংঘটিত নহয়; প্ৰয়োজনতকৈ বেছিকৈ লোৱা বিক্ৰিয়কটোৰ কিছু অংশ বিক্ৰিয়া নকৰাকৈ ৰৈ যায়। সেই কাৰণে তুলনামূলকভাবে কমকৈ লোৱা বিক্ৰিয়কটোৰ পৰিমাণৰ ওপৰত বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ পৰিমাণ নিৰ্ভৰ কৰে। তুলনামূলক-ভাবে কমকৈ লোৱা বিক্ৰিয়কটোকে **সীমিতকাৰী বিকাৰক** বোলা হয়।

ষ্টয়কিঅ'মিতীয় গণনা কৰোতে এই কথাখিনি মনত ৰখা প্ৰয়োজন।

উদাহৰণ 1.5

50.0 kg $N_2(g)$ আৰু 10.0 kg $H_2(g)$ ৰ মাজত বিক্ৰিয়া সংঘটিত কৰি $NH_3(g)$ প্ৰস্তুত কৰা হৈছে। উৎপন্ন হোৱা $NH_3(g)$ ৰ সৰ্বোচ্চ ভৰ গণনা কৰা। এই ক্ষেত্ৰত সীমিতকাৰী বিকাৰক চিনাক্ত কৰা।

সমাধান

প্ৰদত্ত বিক্ৰিয়াৰ বাবে সমতুল সমীকৰণটো হ'ল

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

প্ৰদত্ত ৰাশি $= 50.0 \text{ kg } N_2$

$$= 50000 \text{ g } N_2 = \frac{50000 \text{ g } N_2}{28 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$= 17.86 \times 10^2 \text{ mol } N_2$$

আৰু 10.0 kg H_2 = 10000 g H_2

$$= \frac{10000 \text{ g } H_2}{2.016 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$= 4.96 \times 10^3 \text{ mol } H_2$$

সমতুল ৰাসায়নিক সমীকৰণৰপৰা আমি পাওঁ

1 mol N_2 এ বিক্ৰিয়া কৰা H_2 ৰ পৰিমাণ = 3 mol

$\therefore$ 17.86×10^2 mol N_2এ বিক্ৰিয়া কৰা H_2 ৰ পৰিমাণ

$$= 3 \times 17.86 \times 10^2 \text{ mol} = 5.36 \times 10^3 \text{ mol}$$

কিন্তু বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে থকা H_2ৰ পৰিমাণ

$$= 4.96 \times 10^3 \text{mol}$$

যিহেতু প্ৰয়োজনতকৈ H_2 কম আছে, গতিকে হাইড্ৰ'জেন হ'ল সীমিতকাৰী বিকাৰক। অৰ্থাৎ 4.96×10^3 mol H_2ৰপৰা পাব পৰা NH_3 খিনিহে উপলব্ধ হ'ব।

সমতুল সমীকৰণৰপৰা আমি পাওঁ

3 mol H_2ৰ পৰা পোৱা NH_3 ৰ পৰিমাণ = 2 mol

4.96×10^3 mol H_2ৰ পৰা উৎপন্ন হোৱা NH_3ৰ

$$\text{পৰিমাণ} = \frac{2 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} \times 4.96 \times 10^3 \text{ mol}$$

$$= 3.30 \times 10^3 \text{ mol}$$

NH_3 ৰ ম'লাৰ ভৰ = 17 g mol^{-1}

গতিকে উৎপন্ন হোৱা NH_3ৰ ভৰ

$$= 3.30 \times 10^3 \text{ mol} \times 17 \text{ g mol}^{-1}$$

$$= 56.1 \times 10^3 \text{ g}$$

$$= 56.1 \text{ kg}$$

1.12.2 দ্ৰৱত বিক্ৰিয়া (Reactions in Solutions)

সাধাৰণতে বেছিভাগ বিক্ৰিয়া দ্ৰৱত সংঘটিত কৰা হয়। সেইকাৰণে দ্ৰৱত পদাৰ্থৰ পৰিমাণ কেনেদৰে প্ৰকাশ কৰা হয় সেয়া জনা দৰকাৰ। দ্ৰৱত থকা পদাৰ্থৰ পৰিমাণ নিৰ্দেশ কৰিবলৈ **গাঢ়তা** (concentration) শব্দটো ব্যৱহাৰ কৰা হয়। তলত দিয়া যি কোনো এটা পদ্ধতিৰে গাঢ়তা প্ৰকাশ কৰিব পাৰি—

1. শতকৰা ভৰ (Mass Percent) বা শতকৰা ভাৰ (Weight percent) (*w/w* %)
2. ম'ল ভগ্নাংশ (Mol fraction)
3. ম'লাৰিটি (Molarity)
4. মলেলিটি (Molality)

আমি এতিয়া এই গাঢ়তাৰ একক কেইটাৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিম।

1. শতকৰা ভৰ (Mass percent)

ভৰ হিচাপে দ্ৰৱটোৰ 100 ভাগত থকা দ্ৰাৱৰ পৰিমাণকে শতকৰা ভৰ বোলা হয়।

তলত দিয়া সম্বন্ধটো ব্যৱহাৰ কৰি শতকৰা ভৰ গণনা কৰিব পাৰি —

$$\text{দ্ৰাৱৰ শতকৰা ভৰ} = \frac{\text{দ্ৰাৱৰ ভৰ}}{\text{দ্ৰৱৰ ভৰ}} \times 100$$

উদাহৰণ 1.6

18 g পানীত এবিধ পদাৰ্থৰ (A) 2 g দ্ৰবীভূত কৰি দ্ৰব এটা প্ৰস্তুত কৰা হৈছে। দ্ৰাবৰ শতকৰা ভৰ গণনা কৰা।

সমাধান

ইয়াত দ্ৰাব, A ৰ ভৰ = 2 g

দ্ৰাবকৰ (পানী) ভৰ = 18 g

∴ দ্ৰবৰ ভৰ = 18 g + 2g = 20 g

$$\therefore \text{দ্ৰাৱৰ (A) শতকৰা ভৰ} = \frac{\text{দ্ৰাৱৰ (A) ভৰ}}{\text{দ্ৰবৰ ভৰ}} \times 100$$

$$= \frac{2g}{20g} \times 100 = 10$$

অৰ্থাৎ, দ্ৰাবৰ ভৰ = 10%

2. ম'ল ভগ্নাংশ (Mole fraction)

দ্ৰব এটাত থকা কোনো এক উপাদানৰ ম'ল আৰু দ্ৰবটোত থকা মুঠ ম'লৰ মাজৰ অনুপাতটোৱে হ'ল সেই উপাদানটোৰ ম'ল ভগ্নাংশ। উদাহৰণ স্বৰূপে, ধৰা B পদাৰ্থটোৰ n_B mol ত A পদাৰ্থটোৰ n_A mol দ্ৰবীভূত কৰি দ্ৰব এটা প্ৰস্তুত কৰা হৈছে।

$$\text{দ্ৰবটোত A ৰ ম'ল ভগ্নাংশ} = \frac{\text{A ৰ ম'ল}}{\text{দ্ৰবটোৰ মুঠ ম'ল}}$$

$$= \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

$$\text{একেদৰে B ৰ ম'ল ভগ্নাংশ} = \frac{\text{B ৰ ম'ল}}{\text{দ্ৰবটোৰ মুঠ ম'ল}}$$

$$= \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

3. ম'লাৰিটি (Molarity, M)

1 L (1 লিটাৰ = 1 dm^3) দ্ৰবত থকা দ্ৰাবৰ ম'লকে ম'লাৰিটি বোলা হয়। অৰ্থাৎ

$$\text{ম'লাৰিটি (M)} = \frac{\text{দ্ৰাবৰ ম'ল}}{\text{লিটাৰ হিচাপে দ্ৰবৰ আয়তন}}$$

ম'লাৰিটিক Mৰে (= mol L^{-1} = mol dm^{-3}) বুজোৱা হয়।

দ্ৰবৰ আয়তন	দ্ৰাবৰ পৰিমাণ	গাঢ়তা
1 L	1 mol	1 mol L^{-1}=1M
2 L	1 mol	0.5 mol L^{-1}=0.5M
10 L	1 mol	0.1 mol L^{-1}=0.1M
100 cm^3=0.1L	0.2 mol	2 mol L^{-1} = 2M
500cm^3=0.5 L	0.2 mol	0.4 mol L^{-1}=0.4M

ধৰা, তোমাক এবিধ পদাৰ্থৰ (ধৰা, NaOH) 1 M গাঢ়তাৰ দ্ৰব এটা দিয়া হৈছে। এই দ্ৰবটোৰ গাঢ়তা কমাই তুমি যেনিবা 0.2 M কৰিব লাগে। অৰ্থাৎ 1M গাঢ়তাৰ NaOH দ্ৰবটোৰপৰা তুমি যেনিবা 0.2 M গাঢ়তাৰ 1 L দ্ৰব প্ৰস্তুত কৰিব লাগে।

1 M NaOH দ্ৰবৰ অৰ্থ হ'ল, 1 L (=1000 mL) দ্ৰবত 1 mol NaOH দ্ৰবীভূত হৈ আছে। গাঢ়তা 0.2 M হ'ব লাগিলে 1 L দ্ৰবত 0.2 mol NaOH দ্ৰবীভূত হৈ থাকিব লাগিব।

গতিকে তুমি 0.2 mol NaOH লৈ 1 L দ্ৰব প্ৰস্তুত কৰিব লাগিব। এই 0.2 mol NaOH তুমি 1 M গাঢ়তাৰ দ্ৰবটোৰপৰাই ল'ব লাগিব।

1 M গাঢ়তাৰ দ্ৰবটোৰ ক্ষেত্ৰত

1 mol NaOH দ্ৰবীভূত হৈ থকা দ্ৰবৰ আয়তন = 1 L

বা, 1 mol NaOH দ্ৰবীভূত হৈথকা দ্ৰবৰ আয়তন =1000 mL

0.2 mol NaOH দ্ৰবীভূত হৈ থকা দ্ৰৱৰ আয়তন

$$= \frac{1000\ \text{mL}}{1\ \text{mol}} \times 0.2\ \text{mol}$$

$$= 200\ \text{mL}$$

অৰ্থাৎ 1 M গাঢ়তাৰ দ্ৰবটোৰ 200 mL ল'লে তাত 0.2 mol NaOH (দ্ৰাব্য) থাকিব।

গতিকে 1 M গাঢ়তাৰ NaOH দ্ৰবটোৰ 200 mL লৈ তাত পানী যোগ কৰি দ্ৰবটোৰ আয়তন 1L (=1000 mL) কৰিলে দ্ৰবটোৰ গাঢ়তা 0.2 M হ'ব।

এনেকুৱা গণনাৰ বাবে আমি আচলতে তলত দিয়া সম্বন্ধটো ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰো—

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

ইয়াত M আৰ V এ ক্ৰমে ম'লাৰিটি আৰু দ্ৰৱৰ আয়তন বুজাইছে। ওপৰৰ উদাহৰণটোত ধৰা,

$M_1 = 0.2$ M $\quad M_2 = 1$ M

$V_1 = 1000$ mL $\quad V_2 = ?$

অৰ্থাৎ 1 M NaOH (M_2) দ্ৰৱৰ কিমান আয়তন (V_2) ল'ব লাগিব গণনা কৰি উলিয়াব লাগে।

সম্বন্ধটোৰপৰা আমি পাওঁ,

$$V_2 = \frac{M_1V_1}{M_2} = \frac{0.2\text{ M} \times 1000\text{ mL}}{1\text{ M}}$$
$$= 200\text{ mL}$$

মন কৰিবা, 1 M গাঢ়তাৰ দ্ৰৱটোৰ 200 mL ত 0.2 mol দ্ৰাব (NaOH) আছে ; দ্ৰৱটোৰ আয়তন 1 L কৰোতেও দ্ৰাবৰ পৰিমাণ একেই আছে।

উদাহৰণ 1.7

4 g NaOH পানীত দ্ৰবীভূত কৰি দ্ৰৱটোৰ আয়তন 250 mL কৰা হৈছে। দ্ৰৱটোৰ ম'লাৰিটি গণনা কৰা।

সমাধান

আমি জানো, ম'লাৰিটি

$$= \frac{\text{দ্ৰাবৰ ম'ল}}{\text{লিটাৰ হিচাপে দ্ৰৱৰ আয়তন}}$$

দিয়া আছে,

দ্ৰাবৰ (NaOH) ভৰ = 4 g $\equiv \dfrac{4\text{ g}}{40\text{ g mol}^{-1}}$

$= 0.1$ mol

দ্ৰৱৰ আয়তন $= 250\text{ mL} = 0.250\text{ L}$

গতিকে গাঢ়তা $= \dfrac{0.1\text{ mol}}{0.250\text{ L}}$

$= 0.4\text{ mol L}^{-1}$

$= 0.4$ M

4. *মলেলিটি (Molality)*

1 kg দ্ৰাৱকত থকা দ্ৰাবৰ ম'লকেই মলেলিটি বোলা হয়। ইয়াক m ৰে বুজোৱা হয়। অৰ্থাৎ

$$\text{মলেলিটি (m)} = \frac{\text{দ্ৰাবৰ ম'ল}}{\text{kg এককত দ্ৰাৱকৰ ভৰ}}$$

উদাহৰণ 1.8

500 g পানীত 1.8 গ্লুক'জ ($C_6H_{12}O_6$) দ্ৰবীভূত হৈ থাকিলে দ্ৰৱটোৰ মলেলিটি গণনা কৰা।

সমাধান

দিয়া আছে, দ্ৰাবৰ ($C_6H_{12}O_6$) ভৰ=1.8 g

দ্ৰাৱকৰ ভৰ = 500 g = 0.5 kg

$$\text{গতিকে গাঢ়তা} = \frac{\text{দ্ৰাবৰ ম'ল}}{\text{kg হিচাপে দ্ৰাৱকৰ ভৰ}}$$

$$= \frac{10^{-2}\text{ mol}}{0.5\text{ kg}} = 2 \times 10^{-2}\text{ mol kg}^{-1}$$

$$= 2 \times 10^{-2}\text{ m}$$

উদাহৰণ 1.9

3 M NaCl দ্ৰৱৰ ঘনত্ব 1.25g mL^{-1} হ'লে দ্ৰৱটোৰ মলেলিটি গণনা কৰা।

সমাধান

দিয়া আছে, দ্ৰৱটোৰ গাঢ়তা = 3 M

আৰু দ্ৰৱটোৰ ঘনত্ব 1.25 g mL^{-1}

মলেলিটি গণনা কৰিব লাগে।

দ্ৰৱটোৰ 1 L ত 3 mol NaCl দ্ৰবীভূত হৈ আছে।

NaCl ৰ ম'লাৰ ভৰ = 58.5 g mol^{-1}

গতিকে 3 mol NaCl ৰ ভৰ = 3 mol × 58.5gmol^{-1}

= 175.5 g

দ্ৰৱটোৰ 1L ৰ ভৰ = আয়তন × ঘনত্ব

= 1000 mL × 1.25 g mL^{-1}

= 1250 g

গতিকে দ্ৰৱটোত থকা পানীৰ ভৰ

= (দ্ৰৱটোৰ ভৰ) – (NaCl ৰ ভৰ)

= 1250 g – 175.5 g

= 1074.5 g

= 1.0745 kg

$\therefore$ দ্ৰৱটোৰ গাঢ়তা (মলেলিটি) = $\dfrac{\text{দ্ৰাৱৰ ম'ল}}{\text{kg হিচাপে দ্ৰাৱকৰ ভৰ}}$

$= \dfrac{3 \text{ mol}}{1.0745 \text{ kg}}$

$= 2.79 \text{ mol kg}^{-1}$

$= 2.79 \text{ m}$

সাৰাংশ

প্ৰতিজন মানুহৰ প্ৰতিটো খোজতে ৰসায়ন জড়িত হৈ আছে। সেইকাৰণে ৰসায়নৰ অধ্যয়ন অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ। ৰসায়নত পদাৰ্থ আৰু ইয়াৰ পৰিৱৰ্তনৰ বিষয়ে অধ্যয়ন কৰা হয়। সকলোবোৰ পদাৰ্থকে তিনিটা অৱস্থাত পাব পাৰি— **কঠিন, জুলীয়া আৰু গেছীয়**। একেটা পদাৰ্থই এই তিনিটা অৱস্থাত বেলেগ বেলেগ ধৰণে লগ লাগি থাকে আৰু প্ৰতিটো অৱস্থাৰে নিজস্ব ধৰ্ম আছে। পদাৰ্থক আন এক ধৰণেও শ্ৰেণীবিভাজন কৰিব পাৰি— **মৌল, যৌগ** আৰু **মিশ্ৰ**। এবিধ মৌল এক ধৰণৰ কণাৰদ্বাৰাই গঠিত। কণাবোৰ পৰমাণু বা অণু। আকৌ এবিধ যৌগ দুটা বা ততোধিক মৌলৰ পৰমাণুৰে গঠিত হয়। যৌগটোত এই পৰমাণুবোৰৰ মাজৰ অনুপাত ধ্ৰুৱক হয়। দুটা বা ততোধিক যি কোনো পদাৰ্থ যি কোনো অনুপাতত লগ লাগি মিশ্ৰ পদাৰ্থ এটাৰ সৃষ্টি কৰিব পাৰে।

পদাৰ্থৰ ধৰ্ম অধ্যয়ন কৰোতে জোখ-মাখ কৰিবলগীয়া হয়। ভৌতিক ৰাশিৰ জোখ লওঁতে এককৰ প্ৰয়োজন হয়। বেলেগ বেলেগ পদ্ধতিত এককবোৰ বেলেগ বেলেগ হয়। জোখ-মাখৰ বিভিন্ন পদ্ধতিৰ ভিতৰত বেছিভাগ ঠাইতে ব্যৱহৃত হোৱা পদ্ধতি দুটা হ'ল— ইংলিছ পদ্ধতি আৰু মেট্ৰিক পদ্ধতি। বিজ্ঞানত গোটেই পৃথিৱীতে একে একক ব্যৱহাৰ কৰাৰ উদ্দেশ্যে বিজ্ঞানীসকলে এককৰ আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিটোৰ (SI) জন্ম দিয়ে।

ৰসায়নত খুব সৰু মানৰপৰা (10^{-31}) খুব ডাঙৰ মান (10^{23}) জোখা হয়। বিজ্ঞানসন্মত লিপি ব্যৱহাৰ কৰিলে এই মানসমূহ প্ৰকাশ কৰাত সুবিধা হয়। তাৰোপৰি জোখ লৈ পোৱা ভৌতিক ৰাশিৰ মানত সাধাৰণতে কিছু অনিশ্চয়তা থাকে। এই মানবোৰ যথাসম্ভৱ শুদ্ধকৈ উপস্থাপন কৰা প্ৰয়োজন। তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক নিৰ্ধাৰণ কৰি ভৌতিক ৰাশিৰ মান সম্বন্ধে থকা অনিশ্চয়তাৰ উমান পাব পাৰি। মানটোৰ তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক বেছি হ'লে অনিশ্চয়তা কমে। মাত্ৰিক বিশ্লেষণৰদ্বাৰা ভৌতিক ৰাশিৰ মান এটা পদ্ধতিৰ এককৰপৰা আন এটা পদ্ধতিৰ এককলৈ পৰিৱৰ্তিত কৰিব পাৰি।

বিভিন্ন পৰমাণুৰে যোজিত হোৱা প্ৰক্ৰিয়াটো ৰাসায়নিক সংযোগৰ কিছুমান মূল নীতিৰদ্বাৰা পৰিচালিত হয়। সেইবোৰ হ'ল — **ভৰৰ ৰক্ষণশীলতাৰ সূত্ৰ, স্থিৰানুপাত সূত্ৰ, গুণানুপাত সূত্ৰ, গে' লুছাকৰ গেছীয় আয়তনৰ সূত্ৰ আৰু এভ'গেড্ৰ'ৰ সূত্ৰ**। এই সূত্ৰসমূহৰ সৈতে ডেল্টনৰ পৰমাণুতত্ত্বৰ সম্বন্ধ আছে। ডেল্টনৰ পৰমাণুতত্ত্ব

DAILY ASSAM

অনুসৰি সকলো পদাৰ্থ পৰমাণুৰে গঠিত। এটা মৌলৰ পৰমাণু এটাৰ ভৰেই হ'ল মৌলটোৰ **পাৰমাণৱিক ভৰ**। ^{12}C পৰমাণু এটাৰ ভৰ 12 u বুলি ধৰি লৈ আন মৌলৰ **পাৰমাণৱিক ভৰ** নিৰ্ণয় কৰা হৈছে। সাধাৰণতে ব্যৱহাৰ কৰা মৌলৰ পাৰমাণৱিক ভৰসমূহ আচলতে গড় পাৰমাণৱিক ভৰ। মৌলৰ সমস্থানিক থকা বাবে **গড় পাৰমাণৱিক** ভৰ বিবেচনা কৰা হয়। অণু এটাত থকা পৰমাণুবোৰৰ পাৰমাণৱিক ভৰ যোগ কৰিলে **আণৱিক ভৰ** পোৱা যায়। এটা যৌগত থকা মৌলবোৰৰ শতকৰা ভৰ আৰু আণৱিক ভৰ নিৰ্ণয় কৰি যৌগটোৰ আণৱিক সংকেত গণনা কৰিব পাৰি।

পদাৰ্থ এটাত থকা পৰমাণু, অণু, আয়ন বা আন কণাৰ সংখ্যা **এভ'গেড্ৰ' ধ্ৰুৱকৰ** (6.022×10^{23} mol^{-1}) সহায়ত প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। 6.022×10^{23} সংখ্যক কণাক 1 mol বোলা হয়। পদাৰ্থ এটাৰ 1 molৰ ভৰক **ম'লাৰ ভৰ** বোলে।

ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াই মৌল বা যৌগৰ ৰাসায়নিক পৰিৱৰ্তন বুজায়। সমতুল ৰাসায়নিক সমীকৰণৰপৰা বহুতো তথ্য লাভ কৰিব পাৰি। ইয়াত থকা সহগবোৰে বিক্ৰিয়াটোত ভাগ লোৱা পদাৰ্থবোৰৰ ম'লৰ অনুপাত বা কণাৰ অণুপাত নিৰ্দেশ কৰে। ষ্টয়কিঅ'মিতিত বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ পৰিমাণ গণনা কৰা হয়। ষ্টয়কিঅ'মিতিত গণনাৰ সহায়ত কিমানখিনি বিক্ৰিয়কৰপৰা কিমানখিনি বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ উৎপন্ন হয় গণনা কৰিব পাৰি। দ্ৰৱৰ নিৰ্দিষ্ট আয়তনত থকা দ্ৰাৱৰ পৰিমাণ বিভিন্ন ধৰণে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি ; যেনে— শতকৰা ভৰ, ম'ল ভগ্নাংশ, ম'লাৰিটি আৰু মলেলিটি।

অনুশীলনী

1.1 তলত দিয়াবোৰৰ আণৱিক ভৰ গণনা কৰা—

i. H_2O ii. CO_2 iii. CH_4

1.2 ছ'ডিয়াম ছালফেটত (Na_2SO_4) থকা মৌলবোৰৰ শতকৰা ভৰ গণনা কৰা।

1.3 আইৰনৰ এটা অক্সাইডত ভৰ হিচাপে 77.7% Fe আৰু 22.3% অক্সিজেন আছে। যৌগটোৰ আনুভৱিক সূত্ৰ নিৰ্ণয় কৰা।

1.4 উৎপন্ন হোৱা কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডৰ পৰিমাণ গণনা কৰা যেতিয়া

i. বায়ুত 1 mol কাৰ্বন জ্বলোৱা হয়।

ii. 16 g ডাইঅক্সিজেনৰ উপস্থিতিত 1 mol কাৰ্বন জ্বলোৱা হয়।

iii. 16 g ডাইঅক্সিজেনৰ উপস্থিতিত 2 mol কাৰ্বন জ্বলোৱা হয়।

1.5 0.375 গাঢ়তাৰ 500 mL দ্ৰব প্ৰস্তুত কৰিবলৈ কিমান গ্ৰাম ছ'ডিয়াম এছিটেটৰ (CH_3COONa) প্ৰয়োজন হ'ব গণনা কৰা। (ছ'ডিয়াম এছিটেটৰ ম'লাৰ ভৰ 82.0245 g mol^{-1})

DAILY ASSAM

1.6 1.41 g mL^{-1} ঘনত্বৰ দ্ৰৱ এটাত নাইট্ৰিক এছিডৰ শতকৰা ভৰ 69% হ'লে দ্ৰৱটোৰ ম'লাৰ গাঢ়তা গণনা কৰা।

1.7 100 g কপাৰ ছালফেটৰপৰা ($CuSO_4$) কিমান গ্ৰাম কপাৰ পোৱা যাব গণনা কৰা।

1.8 আইৰনৰ এটা অক্সাইডত ভৰ হিচাপে 69.9% আইৰন আৰু 30.1% অক্সিজেন আছে। অক্সাইডটোৰ আণৱিক ভৰ গণনা কৰা।

1.9 তলত দিয়া তথ্যসমূহৰপৰা ক্ল'ৰিনৰ গড় পাৰমাণৱিক ভৰ গণনা কৰা—

সমস্থানিক	আপেক্ষিক প্ৰাচুৰ্য্য (%)	পাৰমাণৱিক ভৰ
^{35}Cl	75.77	34.9689 u
^{37}Cl	24.23	36.9659 u

1.10 3 mol ইথেনত (C_2H_6) থকা নিম্নোক্তবোৰ গণনা কৰা—

i. কাৰ্বন পৰমাণুৰ ম'ল ii. হাইড্ৰ'জেন পৰমাণুৰ ম'ল iii. ইথেন অণুৰ সংখ্যা

1.11 20 g চেনি ($C_{12}H_{22}O_{11}$) পানীত দ্ৰৱীভূত কৰি দ্ৰৱটোৰ আয়তন 2 L কৰা হৈছে। দ্ৰৱটোৰ গাঢ়তা mol L^{-1} হিচাপে গণনা কৰা।

1.12 মিথানলৰ ঘনত্ব 0.793 kg L^{-1} হ'লে 0.25 M গাঢ়তাৰ 2.5 L দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিবলৈ কিমান আয়তনৰ মিথানলৰ প্ৰয়োজন হ'ব গণনা কৰা।

1.13 চাপ হ'ল প্ৰতি একক ক্ষেত্ৰফলত প্ৰযুক্ত বল। চাপৰ SI একক হ'ল 1 Pa = 1 N m^{-2} । সমুদ্ৰ পৃষ্ঠত বায়ুৰ ভৰ 1034 g cm^{-2} হ'লে Pa এককত চাপ গণনা কৰা।

1.14 ভৰৰ SI একক কি? ইয়াৰ সংজ্ঞা কেনেদৰে দিয়া হয়?

1.15 তলৰ পূৰ্বপদবোৰক গুণিতকৰ (multiples) সৈতে মিলোৱা—

পূৰ্বপদ	গুণিতক
মাইক্ৰ'	10^6
ডেকা	10^9
মেগা	10^{-6}
গিগা	10^{-15}
ফেম্‌ট'	10

1.16 তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক বুলিলে কি বুজা?

DAILY ASSAM

1.17 ক্লৰ'ফৰ্ম ($CHCl_3$) হ'ল কেন্সাৰ সৃষ্টিকাৰী পদাৰ্থ। খোৱাপানীৰ এটা নমুনাত বহুত বেছি পৰিমাণে ক্লৰ'ফৰ্ম মিহলি হৈ আছে আৰু ভৰ হিচাপে ইয়াৰ পৰিমাণ 15 ppm (parts per million)।

i. ইয়াক শতকৰা ভৰলৈ পৰিবৰ্তিত কৰা।

ii. ক্লৰ'ফৰ্মৰ এই গাঢ়তাক মলেলিটিলৈ পৰিবৰ্তিত কৰা।

1.18 তলত দিয়াবোৰ বিজ্ঞানসন্মত লিপিত লিখা—

i. 0.0048 ii. 234000 iii. 8008 iv. 500.0 v. 6.0012

1.19 নিম্নোক্ত প্ৰতিটোতে তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক কিমান আছে লিখা—

i. 0.0048 ii. 234000 iii. 8008 iv. 500.0 v. 6.001

vi. 6.0012

1.20 নিম্নোক্ত প্ৰতিটোকে তিনিটা তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংকবিশিষ্ট সংখ্যালৈ স্থূলমান বিশিষ্ট কৰা—

i. 34.216 ii. 10.4107 iii. 0.04597 iv. 2808

1.21 ডাইনাইট্ৰ'জেন আৰু ডাইঅক্সিজেনে লগ লাগি উৎপন্ন কৰা বিভিন্ন যৌগৰ বাবে নিম্নোক্ত তথ্যখিনি পোৱা গৈছে—

যৌগ	ডাইনাইট্ৰ'জেনৰ ভৰ	ডাইঅক্সিজেনৰ ভৰ
I	14 g	16 g
II	14 g	32 g
III	28 g	32 g
IV	28 g	80 g

(a) এই তথ্যখিনিয়ে কোনটো ৰাসায়নিক সংযোগৰ সূত্ৰ মানি চলে দেখুওৱা আৰু সূত্ৰটো লিখা।

(b) তলৰ পৰিবৰ্তনবোৰত খালি ঠাই পূৰ্ণ কৰা —

i. 1 km = ... mm = ... pm

ii. 1 mg = ... kg = ... ng

iii. 1 mL = ... L = ...dm^3=.......m^3

1.22 পোহৰৰ বেগ 3×10^8 m s^{-1} হ'লে 2.00 ns সময়ত পোহৰে কিমান দূৰত্ব অতিক্ৰম কৰিব গণনা কৰা।

1.23 A + $B_2 \rightarrow AB_2$ বিক্ৰিয়াটোৰ ক্ষেত্ৰত তলৰ প্ৰতিটো বিক্ৰিয়া মিশ্ৰৰ বাবে সীমিতকাৰী বিকাৰক যদি আছে চিহ্নিত কৰা—

i. A ৰ 300 টা পৰমাণু + Bৰ 200 টা অণু ii. A ৰ 2 mol + B ৰ 3 mol

DAILY ASSAM

iii. A ৰ 100 টা পৰমাণু + B ৰ 100 টা অণু   iv. A ৰ 5 mol + B ৰ 2.5 mol

v. A ৰ 2.5 mol + B ৰ 5 mol

1.24 তলত দিয়া ৰাসায়নিক সমীকৰণ অনুসৰি ডাইনাইট্ৰ'জেন আৰু ডাই হাইড্ৰ'জেনৰ মাজত বিক্ৰিয়া ঘটি এমনিয়া প্ৰস্তুত হয়।

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

(i) 2.00×10^3g ডাইহাইড্ৰ'জেন আৰু 1.00×10^3g ডাইহাইড্ৰ'জেনৰ মাজত বিক্ৰিয়াৰ ফলত কিমান ভৰৰ এমনিয়া উৎপন্ন হ'ব গণনা কৰা।

(ii) বিক্ৰিয়াত বিক্ৰিয়ক দুটাৰ যি কোনো এটাৰ এটা অংশ বিক্ৰিয়াত ভাগ নোলোৱাকৈ থাকিবনে?

(iii) যদি থাকে, কোনটো বিক্ৰিয়ক থাকিব আৰু তাৰ কিমান ভৰ হ'ব?

1.25 0.50 mol Na_2CO_3 আৰু 0.50 M Na_2CO_3 ৰ মাজত পাৰ্থক্য দেখুওৱা।

1.26 10 আয়তন ডাইহাইড্ৰ'জেন গেছে 5 আয়তন ডাইঅক্সিজেন গেছৰ সৈতে (একে চাপ আৰু উষ্ণতাত) বিক্ৰিয়া কৰিলে কিমান আয়তন জলীয় বাষ্প প্ৰস্তুত হ'ব?

1.27 মৌলিক এককলৈ পৰিৱৰ্তিত কৰা—

i. 28.7 pm   ii. 15.15 pm   iii. 25365 mg

1.28 তলৰ কোনটোত পৰমাণুৰ সংখ্যা সৰ্বাধিক?

i. 1 g Au (s)   ii. 1 g Na (s)   iii. 1 g Li (s)   iv. 1 g Cl_2 (g)

1.29 ইথানলৰ জলীয় দ্ৰৱ এটাত ইথানলৰ ম'ল ভগ্নাংশ 0.040 হ'লে দ্ৰৱটোৰ মলেলিটি গণনা কৰা।

1.30 এটা ^{12}C পৰমাণুৰ ভৰ গ্ৰাম হিচাপে কিমান হ'ব?

1.31 তলত দিয়া প্ৰতিটো গণনাৰ উত্তৰত কিমানটাকৈ তাৎপৰ্য্যপূৰ্ণ অংক থাকিব গণনা কৰা —

i. $\dfrac{0.02856 \times 248.15 \times 0.112}{0.5785}$ ii. 5×5.364

iii. $0.0125 + 0.7864 + 0.0215$

1.32 তলত দিয়া তথ্যৰপৰা আৰ্গনৰ ম'লাৰ ভৰ গণনা কৰা —

সমস্থানিক	সমস্থানিকৰ ম'লাৰ ভৰ	প্ৰাচুৰ্য্য
^{36}Ar	35.96755 g mol^{-1}	0.337%
^{38}Ar	37.96272 g mol^{-1}	0.063%
^{40}Ar	39.9624 g mol^{-1}	99.600%

DAILY ASSAM

1.33 নিম্নোক্ত প্ৰতিটোতে পৰমাণুৰ সংখ্যা গণনা কৰা।

i. 52 mol Ar   ii. 52 u He   iii. 52 g He

1.34 এবিধ ইন্ধন গেছ অকল কাৰ্বন আৰু হাইড্ৰ'জেনেৰে গঠিত। এই গেছটোৰ অলপমান অক্সিজেনৰ উপস্থিতিত দহন কৰাত 3.38 g CO_2 আৰু 0.690 g H_2O পোৱা গ'ল (আন বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ নাই)। প্ৰ উ চাত (STP) গেছটোৰ 10.0 L আয়তনৰ ভৰ 11.6 g হ'লে ইয়াৰ i. আনুভৱিক সংকেত, ii. ম'লাৰ ভৰ আৰু iii. আণৱিক সংকেত গণনা কৰা।

1.35 কেলছিয়াম কাৰ্বনেট আৰু HCl ৰ মাজত বিক্ৰিয়া ঘটিলে $CaCl_2$ আৰু CO_2 উৎপন্ন হয়। বিক্ৰিয়াটো হ'ল

$$CaCO_3\,(s) + 2HCl\,(aq) \rightarrow CaCl_2\,(aq) + CO_2\,(g) + H_2O\,(l)$$

0.75 M গাঢ়তাৰ 25 mL HCl ৰ সৈতে সম্পূৰ্ণৰূপে বিক্ৰিয়া কৰিবলৈ কিমান গ্ৰাম $CaCO_3$ ৰ প্ৰয়োজন হ'ব গণনা কৰা।

1.36 পৰীক্ষাগাৰত মেংগানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2) আৰু হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিডৰ মাজত বিক্ৰিয়া ঘটাই ক্ল'ৰিন গেছ প্ৰস্তুত কৰা হয়। বিক্ৰিয়াটো হ'ল—

$$4\,HCl\,(aq) + MnO_2\,(s) \rightarrow 2H_2O\,(l) + MnCl_2\,(aq) \rightarrow CaCl_2\,(aq) + Cl_2\,(g)$$

5.0 g MnO_2 ৰ সৈতে সম্পূৰ্ণৰূপে বিক্ৰিয়া কৰিবলৈ কিমান গ্ৰাম HCl লাগিব গণনা কৰা।