

পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল

পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের গঠন পরিমাণ অনুসারে। নিচের পাই চার্টটি সন্ধান পাওয়া গ্যাসসমূহের দ্বারা ০.০৩৮% বায়ুমন্ডল গঠিত তা প্রকাশ করেছে। এই পরিমাণ বিভিন্ন বছর থেকে সংগ্রহিত (প্রধানত কার্বন ডাই-অক্সাইড ১৯৮৭ সালে এবং মিথেন ২০০৯ সালে) এবং কোন একক উৎস নির্দেশ করে না।

পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল বলতে পৃথিবীকে চারপাশে ঘিরে থাকা বিভিন্ন গ্যাস মিশ্রিত স্তরকে বুঝায়, যা পৃথিবী তার মধ্যাকর্ষণ শক্তি দ্বারা ধরে রাখে। একে আবহমণ্ডল-ও বলা হয়। এই বায়ুমন্ডল সূর্য থেকে আগত **অতিবেগুনি রশ্মি** শোষণ করে পৃথিবীতে জীবের অস্তিত্ব রক্ষা করে। এছাড়াও তাপ ধরে রাখার মাধ্যমে (**গ্রীনহাউজ প্রতিক্রিয়া**) ভূপৃষ্ঠকে উত্তপ্ত করে এবং দিনের তুলনায় রাতের তাপমাত্রা হ্রাস করে।

শ্বাস-প্রশ্বাস ও **সালোকসংশ্লেষণের** জন্য ব্যবহৃত **বায়ুমন্ডলীয় গ্যাসসমূহের** প্রদত্ত প্রচলিত নাম **বায়ু** বা বাতাস। পরিমাণের দিক থেকে শুষ্ক বাতাসে ৭৮.০৯% **নাইট্রোজেন**, ২০.৯৫% **অক্সিজেন**,^[১] ০.৯৩% **আর্গন**, ০.০৩% **কার্বন ডাইঅক্সাইড** এবং সামান্য পরিমাণে অন্যান্য গ্যাস থাকে। বাতাসে এছাড়াও পরিবর্তনশীল পরিমাণ **জলীয় বাষ্প** রয়েছে যার গড় প্রায় ১%। বাতাসের পরিমাণ ও বায়ুমন্ডলীয় চাপ বিভিন্ন স্তরে বিভিন্ন রকম হয়, স্থলজ উদ্ভিদ ও স্থলজ প্রাণীর বেঁচে থাকার জন্য উপযুক্ত বাতাস কেবল পৃথিবীর ট্রোপোস্ফিয়ার এবং কৃত্রিম বায়ুমণ্ডলসমূহে পাওয়া যাবে।

বায়ুমন্ডলের ভর হচ্ছে প্রায় 5×10^{21} কেজি, যার তিন চতুর্থাংশ পৃষ্ঠের প্রায় ১১ **কিলোমিটারের** (৩৬,০০০ ফুট ৬.৮ মাইল) মধ্যে থাকে। উচ্চতা বৃদ্ধির সাথে সাথে বায়ুমন্ডল পাতলা হতে থাকে এবং বায়ুমণ্ডল ও **মহাশূন্যের** মধ্যে কোন নির্দিষ্ট সীমা নেই। **Karman লাইন**, ১০০ কিলোমিটার (৬২ মাইল), অথবা পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এর ১.৫৭% এ, প্রায়ই বায়ুমণ্ডল এবং মহাশূন্যে মধ্যে সীমান্ত হিসাবে ব্যবহৃত হয়। **কারম্যান রেখা** যা পৃথিবীর সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে ১০০ **কিলোমিটার** (৬২ মাইল) উপরে অথবা পৃথিবীর ব্যাসার্ধের ১.৫৭% প্রায়ই বায়ুমণ্ডল এবং মহাশূন্যের মধ্যে সীমান্ত হিসাবে ব্যবহার করা হয়। বায়ুমন্ডলীয় প্রভাবসমূহ পরিলক্ষিত হয় যখন মহাকাশযান প্রায় ১২০ কিলোমিটার (৭৫ মাইল) উচ্চতায় অথ্যাৎ কারম্যান রেখার উপরে গমন করে। বৈশিষ্ট্য যেমন তাপমাত্রা ও গঠনের উপর ভিত্তি করে বায়ুমন্ডলকে কয়েকটি স্তরে ভাগ করা যায়।

পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল এবং তার প্রক্রিয়া নিয়ে চর্চা করাকে **বায়ুমণ্ডলীয় বিজ্ঞান** বা **অ্যাইরলজি** বলা হয়। **লিওন টিইসারিয়েক ডি বর্ট** ও **রিচার্ড অ্যাসম্যান** এই শাস্ত্রের প্রারম্ভিক পথিকৃ

বায়ুমণ্ডলীয় জলীয় বাষ্পের গড়

বায়ু বা বাতাস প্রধানত **নাইট্রোজেন**, **অক্সিজেন** ও **আর্গন** দ্বারা গঠিত এবং এই গ্যাসসমূহ একত্রে বায়ুমন্ডলের অন্যান্য প্রধান গ্যাসসমূহ গঠন করে। জলীয় বাষ্প ভরের দিক থেকে বায়ুমন্ডলের প্রায় ০.২৫%। জলীয় বাষ্পের ঘনত্বের উল্লেখযোগ্যভাবে তারতম্য ঘটে যেমন বায়ুমন্ডলের শীতলতর অংশে প্রায় ১০ **পিপিএমভি** (প্রতি মিলিয়নে কণা) হয় যা ৫% বেড়ে যায় উষ্ণ অংশে এবং অন্যান্য বায়ুমণ্ডলীয় গ্যাসের ঘনত্ব সাধারণত কোনো জলীয় বাষ্প ছাড়া শুষ্ক বায়ু জন্য প্রদান করা হয়।^[২] অবশিষ্ট গ্যাসসমূহকে প্রায়ই **ট্রেস গ্যাস** উল্লেখ করা হয়,^[৩] যার মধ্যে **গ্রীনহাউজ গ্যাসসমূহ** আছে যেমন **কার্বন ডাইঅক্সাইড**, **মিথেন**, **নাইট্রাস অক্সাইড**, এবং **ওজোন**। পরিষ্কৃত বাতাসে অন্যান্য অনেক রাসায়নিক যৌগ যা সামান্য পরিমাণে অন্তর্ভুক্ত থাকে। প্রাকৃতিক উৎস থেকে সৃষ্ট অনেক বস্তু স্থানভেদে এবং ঋতুভেদে পরিবর্তনশীল ক্ষুদ্র আকারে উপস্থিত থাকতে পারে যেমন অপরিশোধিত বাতাসের নমুনায় **এরোসলের** উপস্থিতি। এছাড়াও খনিজ **কণা**, জৈব উপাদান, **পর্যাগ রেণু** ও **গুটিবীজ**, সাগরের স্প্রে এবং **অ্যালেগিরির ছাই** উপস্থিত থাকে। বিভিন্ন শিল্প দূষকসমূহ যেমন **ক্লোরিন** (**মৌল** বা **যৌগ** আকারে), **ক্লোরিন** যৌগ এবং পারদ মৌল বাষ্প প্রভৃতি গ্যাসীয় অথবা এরোসল রূপে বাতাসে উপস্থিত থাকতে পারে। সালফার যৌগ যেমন **হাইড্রোজেন সালফাইড** এবং **সালফার ডাইঅক্সাইড** (SO_2) প্রাকৃতিক উৎস থেকে অথবা শিল্প কলকারখানার দূষিত বাতাস থেকে আহরিত হতে পারে।

শুষ্ক বায়ুমণ্ডল গঠন পরিমাণ অনুসারে

পিপিএমভি: প্রতি মিলিয়নে কণা পরিমাণ অনুসারে

গ্যাস	পরিমাণ
নাইট্রোজেন (N ₂)	৭৮০,৮৪০ পিপিএমভি (৭৮.০৮৪%)
অক্সিজেন (O ₂)	২০৯,৪৬০ পিপিএমভি (২০.৯৪৬%)
আর্গন (Ar)	৯,৩৪০ পিপিএমভি (০.৯৩৪০%)
কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO ₂)	৩৯৭ পিপিএমভি (০.০৩৯৭%)
নিয়ন (Ne)	১৮.১৮ পিপিএমভি (০.০০১৮১৮%)
হিলিয়াম (He)	৫.২৪ পিপিএমভি (০.০০০৫২৪%)
মিথেন (CH ₄)	১.৭৯ পিপিএমভি (০.০০০১৭৯%)
ক্রিপ্টন (Kr)	১.১৪ পিপিএমভি (০.০০০১১৪%)
হাইড্রোজেন (H ₂)	০.৫৫ পিপিএমভি (০.০০০০৫৫%)
নাইট্রাস অক্সাইড (N ₂ O)	০.৩২৫ পিপিএমভি (০.০০০০৩২৫%)
কার্বন মনোক্সাইড (CO)	০.১ পিপিএমভি (০.০০০০১%)
জেনন (Xe)	০.০৯ পিপিএমভি (৯×১০ ^{-৬} %) (০.০০০০০৯%)
ওজোন (O ₃)	০.০ to ০.০৭ পিপিএমভি (০ থেকে ৭×১০ ^{-৬} %)
নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO ₂)	০.০২ পিপিএমভি (২×১০ ^{-৬} %) (০.০০০০০২%)
আয়োডিন (I ₂)	০.০১ পিপিএমভি (১×১০ ^{-৬} %) (০.০০০০০১%)
অ্যামোনিয়া (NH ₃)	ট্রেস গ্যাস
উপরোক্ত শুষ্ক বায়ুমণ্ডলে বিদ্যমান না:	
জলীয় বাষ্প (H ₂ O)	~০.২৫% সম্পূর্ণ বায়ুমণ্ডলের ভর দ্বারা, স্থানীয়ভাবে ০.০০১%-৫% ^[৩]

বায়ুমণ্ডলের গঠন

প্রধান স্তরসমূহ

সাধারণত বায়ুমন্ডলের উচ্চতা বৃদ্ধির সাথে সাথে বায়ু চাপ এবং ঘনত্ব হ্রাস পায়। কিন্তু, তাপমাত্রার সঙ্গে উচ্চতায় আরো জটিল সমীকরণ আছে এবং কিছু অঞ্চলে তাপমাত্রা তুলনামূলকভাবে স্থির বা এমনকি বৃদ্ধি পেতে পারে উচ্চতা বাড়ার সাথে সাথে। তাপমাত্রা ও উচ্চতার সাধারণ পরিলেখ ধ্রুবক এবং [বেলুন সাউন্ডিং](#) দ্বারা চেনা যায়। তাপমাত্রার এই আচরণ দ্বারা বায়ুমন্ডলীয় স্তর মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করা যায়। এই ভাবে, পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল পাঁচটি প্রধান স্তরে (একে বায়ুমণ্ডলীয় স্তরবিন্যাস বলা হয়) ভাগ করা যায়। সর্বোচ্চ থেকে সর্বনিম্ন পর্যন্ত এই স্তরগুলো হচ্ছে:

- এক্সোসমণ্ডল: > ৭০০ কিলোমিটার (>৪৪০ মাইল)
- তাপমণ্ডল: ৮০ থেকে ৭০০ কিলোমিটার (৫০ থেকে ৪৪০ মাইল)
- মেসোসমণ্ডল: ৫০ থেকে ৮০ কিলোমিটার (৩১ থেকে ৫০ মাইল)
- স্ট্র্যাটোসমণ্ডল: ১২/১৫ থেকে ৫০ কিলোমিটার (৭/৯ থেকে ৩১ মাইল)
- ট্রোপোসমণ্ডল: ০ থেকে ১২/১৫ কিলোমিটার (০ থেকে ৭/৯ মাইল)

[এক্সোসমণ্ডল](#) হচ্ছে পৃথিবীর বায়ুমন্ডলের সবচেয়ে দূরবর্তী স্তর, [এক্সোসমণ্ডল](#) থেকে শুরু হয়ে ৭০০ কিলোমিটার উপরে বিস্তৃত এবং সমুদ্রতল হতে প্রায় [চাঁদের](#) দূরত্বের অর্ধেক পথ। এটি প্রধানত হাইড্রোজেন, [হিলিয়াম](#) এবং কিছু ভারী [অনুসমূহ](#) যেমন নাইট্রোজেন, অক্সিজেন এবং কার্বন ডাইঅক্সাইড দিয়ে গঠিত। এই অণু ও পরমাণুসমূহ পরস্পর থেকে এত দূরে থাকে যে একে অপরের সঙ্গে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় না ফলে বায়ুমন্ডল আর গ্যাস হিসাবে আচরণ করে না। এই সকল মুক্ত ভ্রমণরত কণাসমূহ নিষ্কিষ্ট বস্তুর নির্দিষ্ট আবহাওয়া পথ অনুসরণ করে। এই স্তরে বায়ু খুবই হালকা।

[তাপমণ্ডল](#) প্রায় ৮০ কিলোমিটার (৫০ মাইল; ২৬০.০০০ ফুট) উপরে অবস্থিত এবং [মেসোবিরতি](#) থেকে [থার্মোবিরতি](#) পর্যন্ত এই স্তরের তাপমাত্রা উচ্চতা বৃদ্ধি সঙ্গে সঙ্গে বাড়তে থাকে যা এক্সোসমণ্ডলে প্রবেশ করলে উচ্চতার সঙ্গে সঙ্গে [ধ্রুবক](#) হয়। যেহেতু [থার্মোবিরতি](#) এক্সোসমণ্ডল নিচে অবস্থিত তাই একে এক্সোসমণ্ডল বলা হয়। এর গড় উচ্চতা পৃথিবী থেকে প্রায় ৭০০ কিলোমিটার কিন্তু প্রকৃতপক্ষে সৌর ক্রিয়া ও ব্যাপ্তি সঙ্গে পরিবর্তিত হয় ৫০০ থেকে ১০০০ (৩১০-৬২০ মাইল; ১৬০০০০০-৩৩০০০০০ ফুট) কিলোমিটার পর্যন্ত।^[১৫] এই স্তরের তাপমাত্রা সর্বোচ্চ ১,৫০০° [সেলসিয়াস](#) (২,৭০০° ফাঃ) পর্যন্ত হয়। [আন্তর্জাতিক মহাকাশ স্টেশন](#) এর কক্ষপথ এই স্তরের ৩২০ থেকে ৩৮০ কিলোমিটারের (২০০ এবং ২৪০ মাইল) মধ্যে অবস্থিত। [মেরুজ্যোতি](#) যা উত্তর গোলার্ধে অরোরা বোরিয়ালিস (aurora borealis) এবং দক্ষিণ গোলার্ধে অরোরা অস্ট্রালিস (aurora australis) নামে পরিচিত তা মাঝেমধ্যে তাপমণ্ডল এবং এক্সোসমণ্ডল নিচের অংশ দেখা যায়।

[মেসোসমণ্ডল](#) সমুদ্রপৃষ্ঠ হতে ৫০ কিলোমিটার (১৬০,০০০ ফিট ৩১ মাইল) উপরে [স্ট্র্যাটোবিরতি](#) থেকে শুরু হয়ে [মেসোবিরতি](#) পর্যন্ত প্রায় ৮০ থেকে ৮৫ (৫০-৫৩ মাইল; ২৬০০০০-২৮০০০০ ফুট) কিলোমিটার এলাকা জুড়ে বিস্তৃত। উল্কাপিণ্ড সাধারণত ৭৬ কিমি থেকে ১০০ কিমি এর মধ্যে উচ্চতায় মেসোসমণ্ডল দেখা যায়। তাপমাত্রা মেসোসমণ্ডলে উচ্চতা বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে হ্রাস পায়। মেসোসমণ্ডলের উপরে অবস্থিত [মেসোবিরতিতে](#) তাপমাত্রা এত হ্রাস পায় যে এটিই পৃথিবীর সবচেয়ে শীতলতম স্থান এবং ঐ স্থানের গড় তাপমাত্রা প্রায় -৮৫° সেলসিয়াস (-১২০° ফাঃ, ১৯০ [কেলভিন](#))। এই উচ্চতায় তাপমাত্রা -১০০° সেলসিয়াস (-১৫০° ফাঃ; ১৭০ [কেলভিন](#)) পর্যন্ত হ্রাস পেতে পারে। এই স্তরের ঠান্ডা তাপমাত্রার কারণে জলীয় বাষ্প জমাট বাঁধে।

[স্ট্র্যাটোসমণ্ডল](#) অঞ্চল পৃথিবী থেকে ১২/১৫ কিলোমিটার (৭.৫/৯.৩ মাইল, ৩৯,০০০/৪৯,১০৪ ফুট) উপরে [ট্রোপোবিরতি](#) হতে শুরু হয়ে [স্ট্র্যাটোবিরতি](#) পর্যন্ত ৫০ থেকে ৫৫ (৩১-৩৪ মাইল; ১৬০,০০০- ১৮০,০০০ ফুট) কিলোমিটার এলাকা জুড়ে বিস্তৃত। স্ট্র্যাটোসমণ্ডলে শীর্ষে বায়ুমন্ডলীয় চাপ সমুদ্র পৃষ্ঠের ১০০০ ভাগের এক। ওজোন স্তর দ্বারা অতিবেগুনি রশ্মির বিকিরণ শোষণ বৃদ্ধি কারণে উচ্চতার সঙ্গে সঙ্গে এই স্তরের তাপমাত্রা বাড়ে। [ট্রোপোবিরতিতে](#) তাপমাত্রা -৬০° সেলসিয়াস হতে পারে (-৭৬° ফাঃ; ২১০ [কেলভিন](#)), স্ট্র্যাটোসমণ্ডলে উপরে অনেক গরম।

ট্রোপোসমণ্ডল ভূপৃষ্ঠ থেকে শুরু হয় এবং প্রায় ১২/১৫ কিলোমিটার উচ্চতায় [ট্রোপোবিরতি](#) পর্যন্ত বিস্তৃত, যদিও এই উচ্চতার তারতম্য ঘটে আবহাওয়ার কারণে যা মেরুতে প্রায় ৯ কিলোমিটার (৩০,০০০ ফুট) এবং [বিষুবরেখায়](#) প্রায় ১৭ কিলোমিটার (৫৬,০০০ ফুট)।^[১৬] ট্রোপোসমণ্ডল সবচেয়ে বেশি উষ্ণ হয় ভূপৃষ্ঠ কর্তৃক বিকিরিত তাপশক্তি দ্বারা, তাই সাধারণত ট্রোপোসমণ্ডল সর্বনিম্ন অংশ উষ্ণ এবং উচ্চতা বৃদ্ধির সঙ্গে তাপমাত্রা হ্রাস পায়। মূলত সমস্ত আবহাওয়ার উপাদান যেমন মেঘ ইত্যাদিসহ ট্রোপোসমণ্ডল বায়ুমণ্ডলের ভরের প্রায় ৮০% ধারণ করে।^[১৭] [ট্রোপোবিরতি](#) হচ্ছে ট্রোপোসমণ্ডল ও স্ট্র্যাটোসমণ্ডলের মধ্যে সীমারেখা সরুপ।