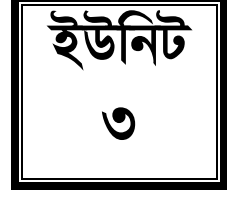


সৌরজগৎ ও ভূ-মণ্ডল

The Solar System and the Earth



ভূমিকা : মহাবিশ্বের মহাকাশে গ্রহ, উপগ্রহ, নক্ষত্র, ধূমকেতু, নীহারিকা, ছায়াপথ, গ্যালাক্সি ও উল্কা ইত্যাদিকে জ্যোতিষ্ক বলে। যে সকল জ্যোতিষ্কের নিজস্ব আলো আছে তাদেরকে নক্ষত্র বলে। যেমন - সূর্য। আলোকবিহীন জ্যোতিষ্কে গ্রহ বলে। যেমন-পৃথিবী, সূর্যের আলোতে আলোকিত হয়। গ্রহসমূহের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান নিজস্ব আলোকবিহীন জ্যোতিষ্কে উপগ্রহ বলে। যেমন- চাঁদ, পৃথিবীর একমাত্র উপগ্রহ। মহাকাশে কখনও কখনও কোন জ্যোতিষ্ক কিছু দিনের জন্য দেখা যায় আবার অদৃশ্য হয়ে যায়। এসব জ্যোতিষ্ক কে ধূমকেতু বলে। যেমন- হ্যালির ধূমকেতু ১৯৮৬ সালে একবার দেখা গিয়েছিল আবার দেখা যাবে ২০৬১ সালে। সুদূর আকাশে স্বল্পালোকিত মেঘের মত আস্তরণকে নীহারিকা বলে। এগুলো আসলে হালকা গ্যাসের অতিকায় পিণ্ড। একটি নীহারিকার মাঝে কোটি কোটি নক্ষত্র থাকতে পারে। মেঘমুক্ত রাতের আকাশে কোটি কোটি নক্ষত্রকে উত্তর দক্ষিণে বিস্তৃত দীপ্তমান পথের মত দেখায় বলে একে ছায়াপথ বলে। মহাশূণ্যের কোটি কোটি নক্ষত্র, ধূলিকণা ও বিশাল বাষ্পকুণ্ডসহ নীহারিকার এক একটি দলকে বলা হয় গ্যালাক্সি। একটিমাত্র গ্যালাক্সিতেই প্রায় ত্রিশ হাজার কোটি নক্ষত্র রয়েছে বলে বিজ্ঞানীরা অনুমান করেছেন। বিজ্ঞানীরা বিশ্বভ্রম্ভাণ্ডে কয়েক হাজার কোটি গ্যালাক্সির আবিষ্কার করতে সক্ষম হয়েছেন। আলোচ্য ইউনিটে সৌরজগৎ এবং গ্রহসমূহ, পৃথিবী ও এর আকৃতি, অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমা রেখা, স্থানীয় সময়, প্রমাণ সময় এবং আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা, পৃথিবীর আক্ষিক গতি ও বার্ষিক গতির কারণ ও ফলাফল এবং জোয়ার-ভাটা বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

	ইউনিট সমাপ্তির সময়	ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ৬ দিন
---	---------------------	------------------------------------

এই ইউনিটের পাঠসমূহ পাঠ-৩.১ : সৌরজগৎ এবং গ্রহসমূহ পাঠ-৩.২ : পৃথিবী ও এর আকৃতি পাঠ-৩.৩ : অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমা রেখা পাঠ-৩.৪ : স্থানীয় সময়, প্রমাণ সময় এবং আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা পাঠ-৩.৫ : পৃথিবীর আক্ষিক গতি ও বার্ষিক গতি পাঠ-৩.৬ : জোয়ার-ভাটা

পাঠ-৩.১

সৌরজগৎ এবং গ্রহসমূহ

The Solar System and the Planets



উদ্দেশ্য

এই পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি-

- সৌরজগৎ এর সংজ্ঞা বলতে পারবেন এবং
- সৌরজগতের গ্রহসমূহ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



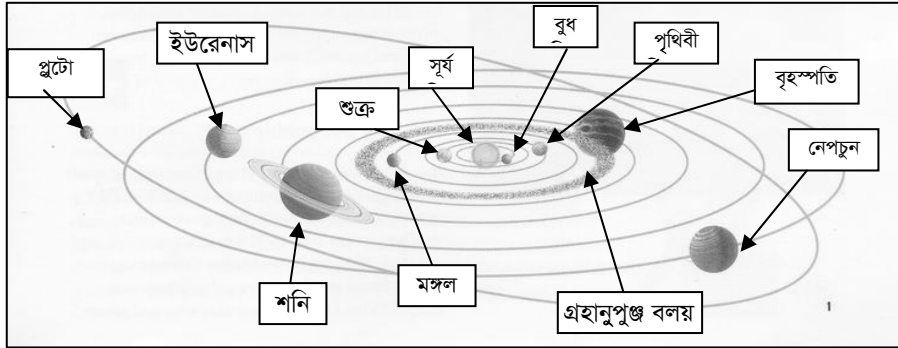
মুখ্য শব্দ

সৌরজগৎ বুধ, শুক্র, পৃথিবী, মঙ্গল, বৃহস্পতি, শনি, ইউরেনাস, নেপচুন।



সৌরজগৎ এবং গ্রহসমূহ

মহাকাশের অসংখ্য জ্যোতিষ্ক নিয়ে যে জগতের সৃষ্টি হয়েছে তাকে বিশ্বজগৎ বা বিশ্বভ্রম্মাণ্ড বলে। সূর্য বিশ্বজগতের কোটি কোটি নক্ষত্রের মধ্যে একটি উজ্জ্বলতম নক্ষত্র। সংক্ষেপে সূর্য ও এর চতুর্দিকে ঘূর্ণনরত জ্যোতিষ্কমণ্ডলীকে একত্রে সৌরজগৎ (Solar System) বলে। মহাকাশে সূর্যকে কেন্দ্র করে নির্দিষ্ট গতিতে, নির্দিষ্ট দূরত্বে, একই সমতলে একইদিকে উপবৃত্তাকার কক্ষপথে ঘূর্ণনরত সকল গ্রহ, উপগ্রহ, গ্রহাণুপুঞ্জ, ধুমকেতু ও উল্কাপিণ্ডের সমন্বয়ে সৌরজগৎ গঠিত হয়েছে। সৌরজগতে মোট ৮টি গ্রহ (যথা: বুধ, শুক্র, পৃথিবী, মঙ্গল, বৃহস্পতি, শনি, ইউরেনাস, নেপচুন), উল্লেখ্য যে, প্লুটো গ্রহকে বর্তমানে গ্রহ হিসেবে গণ্য করা হয় না, কারণ প্লুটো গ্রহের সাথে গ্রহের বৈশিষ্ট্যের মিল নেই (চিত্র- ৩.১.১)।



চিত্র-৩.১.১ সৌরজগতের গ্রহ উপগ্রহ সমূহ

সূর্য (Sun) : সৌরজগতের কেন্দ্রে অবস্থিত মাঝারি আয়তনের নক্ষত্র সূর্য। পৃথিবীর ব্যাস প্রায় ১৩,০০০ কিলোমিটার এবং সূর্যের ব্যাস প্রায় ১৪,০০০০০ কিলোমিটার। সূর্যের আয়তন পৃথিবী অপেক্ষা প্রায় ১৩ লক্ষ গুণ বড়। পৃথিবী থেকে এর গড় দূরত্ব প্রায় ১৫০ মিলিয়ন কিলোমিটার। সূর্য তার নিজস্ব গ্যালাক্সির চতুর্দিকে বৃত্তাকার পথে ২০ কোটি বছরে একবার প্রদক্ষিণ করে এবং নিজ কক্ষপথে প্রায় ২৫ দিনে একবার আবর্তন করে। সূর্যের কেন্দ্রভাগে তাপমাত্রা ৮ মিলিয়ন থেকে ৪০ মিলিয়ন ডিগ্রী সেলসিয়াস এবং পৃষ্ঠদেশের তাপমাত্রা প্রায় ৫,৭০০ ডিগ্রী সেলসিয়াস। সূর্যের বিকিরণকৃত তাপের মাত্র ২০০ কোটি ভাগের ১ ভাগ পৃথিবীতে আসে। যার দরুণ ভূ-পৃষ্ঠে উদ্ভিদ ও প্রাণী বেঁচে থাকে।

বুধ (Mercury) : সূর্যের নিকটতম গ্রহ বুধ। এর ব্যাস ৪,৮৫০ কিলোমিটার। সূর্য থেকে বুধের গড় দূরত্ব প্রায় ৫৮ কোটি কিলোমিটার। সূর্যের চারদিকে একবার ঘুরে আসতে বুধের সময় লাগে প্রায় ৮৮ দিন। দিনের বেলায় বুধের তাপমাত্রা থাকে প্রায় ৪০০° সেলসিয়াসের এবং রাতে তাপমাত্রা হিমাংকের নীচে থাকে। বুধে বায়ুমণ্ডল, পানি, চৌম্বকত্ব ও জীবজন্তু নেই। বুধের কোনো উপগ্রহও নেই।

শুক্রে (Venus) : সূর্যের চারিদিকে ঘুরে আসতে শুক্রের সময় লাগে ২২৫ দিন। সূর্য থেকে এর গড় দূরত্ব প্রায় ১০.৮ কোটি কিলোমিটার। ভোর রাতে পূর্ব আকাশে শুক্র গ্রহকে বলা হয় শুকতারা। সন্ধ্যাবেলায় পশ্চিম আকাশে একে বলা হয় সন্ধ্যাতারা। শুক্র গ্রহেরও কোনো উপগ্রহ নেই।

পৃথিবী (Earth) : পৃথিবীকে বলা হয় আদর্শ গ্রহ। কারণ একমাত্র পৃথিবী গ্রহেই উদ্ভিদ ও প্রাণীর বসবাসের উপযোগী পরিবেশ রয়েছে। সূর্য থেকে পৃথিবীর গড় দূরত্ব প্রায় ১৫ কোটি কিলোমিটার। এর ব্যাস প্রায় ১৩ হাজার কিলোমিটার। পৃথিবী সূর্যকে প্রদক্ষিণ করতে সময় লাগে ৩৬৫ দিন ৫ ঘণ্টা ৪৮ মিনিট ৪৬ সেকেন্ড। পৃথিবীর একমাত্র উপগ্রহ চাঁদ।

চাঁদ (Moon) : পৃথিবী থেকে চাঁদের গড় দূরত্ব ৩,৮১,৫০০ কিলোমিটার। চাঁদ পৃথিবীর চারদিকে নিজ কক্ষপথে ২৯ দিনে একবার আবর্তন করে। চাঁদের ব্যাস ৩,৪৭৫ কিলোমিটার। ১৯৬৯ সালের ২১ শে জুলাই সর্বপ্রথম মানুষ চাঁদে অবতরণ করেন। চাঁদে পানি, বায়ু, উদ্ভিদ বা প্রাণী নেই। চাঁদে বহু সমতলভূমি, পাহাড় পর্বত ও বৃহদাকার গর্তের উপরিভাগ দেখা যায়। চাঁদের সবচেয়ে বড় গহ্বরটির নাম ক্লেভিউস। চাঁদের আকাশ দিনে-রাতে একই রকম কালো। চাঁদের নিজস্ব আলো নেই। সূর্যের আলোতে চাঁদ আলোকিত হয়। চাঁদের যে পৃষ্ঠে সূর্যালোক পড়ে সে পৃষ্ঠের তাপমাত্রা ১০০° সেলসিয়াস এর ওপরে এবং অন্ধকার পৃষ্ঠের তাপমাত্রা হিমাক্ষের ১৫০° সেলসিয়াসের নীচে।

মঙ্গল (Mars) : সূর্য থেকে মঙ্গলের গড় দূরত্ব ২২.৮ কোটি কিলোমিটার। এর ব্যাস ৬,৭৮৭ কিলোমিটার। সূর্যের চতুর্দিকে একবার প্রদক্ষিণ করতে মঙ্গলের সময় লাগে প্রায় ৬৮৭ দিন। ডিমোস এবং ফোবোস নামক মঙ্গলের দুটি উপগ্রহ রয়েছে। বৃত্তাকার কক্ষপথে ডিমোস প্রতি ৩০ ঘণ্টা ১৭ মিনিট ৫৫ সেকেন্ড এবং ফোবোস ৭ ঘণ্টা ৩৯ মিনিট ১৪ সেকেন্ডে মঙ্গলকে একবার আবর্তন করে। মঙ্গলে রয়েছে সৌরজগতের বৃহত্তম আগ্নেয়গিরি নিকস অলিম্পিকা। মঙ্গলের বায়ুমন্ডলে অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বন ডাই অক্সাইড, আর্গন প্রভৃতি গ্যাস রয়েছে। মঙ্গলের আকাশ নীল, মাটি লাল ও শুষ্ক। মঙ্গলের তাপমাত্রা ২০° সেলসিয়াস এর অধিক হয় না। তাপমাত্রা রাতে হিমাক্ষের বহু নিচে নেমে যায়।

বৃহস্পতি (Jupiter) : সৌরজগতের বৃহত্তম গ্রহ বলে একে গ্রহরাজ বলা হয়। পৃথিবীর তুলনায় বৃহস্পতি প্রায় ১৩০০ গুণ বড়। সূর্য থেকে গড় দূরত্ব ৭৭ কোটি কিলোমিটার। বৃহস্পতির সূর্যের চারিদিকে একবার আবর্তন করতে সময় লাগে প্রায় ১২ বছর। বৃহস্পতির উপগ্রহের সংখ্যা ১৬টি। বৃহস্পতির বায়ুমন্ডলে হাইড্রোজেন, অ্যামোনিয়া, মিথেন এবং হিলিয়াম রয়েছে।

শনি (Saturn) : সূর্য থেকে শনির গড় দূরত্ব ১৪৩ কোটি কিলোমিটার। সূর্যের চারিদিকে একবার আবর্তন করতে শনির সময় লাগে ২৯ বছর। এর ব্যাস প্রায় ১,২০,০০০ কিলোমিটার।

প্লুটো (Pluto) : প্লুটো সৌরজগতের নবম গ্রহ। সূর্য থেকে এর গড় দূরত্ব প্রায় ৫৯০ কোটি কিলোমিটার। এর ব্যাস প্রায় ৬,০০০ কিলোমিটার। সূর্যের চারিদিকে একবার প্রদক্ষিণ করতে প্লুটোর সময় প্রয়োজন হয় ২৮৪ বছর।


ইউরেনাস (Uranus) : দূরত্বের দিক থেকে সৌরজগতের সপ্তম গ্রহ ও তৃতীয় বৃহত্তম গ্রহ। এটি সৌরজগতের একমাত্র গ্রহ যার নাম গ্রীক পুরান থেকে নেয়া হয়েছে। সূর্য থেকে ইউরেনাস এর গড় দূরত্ব ২৯০ কোটি কিলোমিটার। ইউরেনাস এর গ্রহের সংখ্যা ৫টি এবং উপগ্রহের সংখ্যা ২৭টি। ৮৪ বছরে এটি সূর্যের চতুর্দিকে নিজ কক্ষপথে ঘুরে। এ গ্রহেরও শনির মত বলয় রয়েছে। তবে বলয়গুলো উজ্জ্বল নয়।

নেপচুন (Neptune) : দূরত্বের দিক থেকে নেপচুন সৌরজগতের অষ্টম গ্রহ। সূর্য থেকে গড় দূরত্ব ৪৫১ কিলোমিটার। এর ব্যাস প্রায় ৪৮,০০০ কিলোমিটার। এটি ১৬৫ বছরে একবার সূর্যের চারিদিকে নিজ কক্ষপথে ঘুরে। নেপচুনের এর গ্রহের সংখ্যা ২টি এবং উপগ্রহের সংখ্যা ১৪টি।

গ্রহাণুপুঞ্জ (Asteroids) : মঙ্গল ও বৃহস্পতির মধ্যবর্তী অংশে সূর্যের চারিদিকে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র গ্রহ আবর্তন করছে। এগুলোকে একত্রে গ্রহাণুপুঞ্জ বলে। এদের ব্যাস ১.৬ কিলোমিটার থেকে ৮০৫ কিলোমিটার পর্যন্ত হয়।

ধূমকেতু (Comet) : ধূমকেতু সূর্যের চারিপাশে উপবৃত্তাকারে ঘুরছে। ধূমকেতু সূর্যের নিকটবর্তী হলে প্রথমে মেঘের আকারে দেখা যায় এবং ক্রমশ উজ্জ্বল কেন্দ্রবিন্দু বা মাথা এবং কেন্দ্র থেকে উজ্জ্বল বাটার মতো দীর্ঘ বাষ্পপুচ্ছ বা লেজ বের হয়ে আসে। অর্থাৎ ধূমকেতুর দুটি অংশ মাথা ও লেজ। ধূমকেতুর পুচ্ছ বা লেজকে কুয়াশার আবরণের মতো মনে হয় যা মিলিয়ন কিলোমিটার দীর্ঘ হতে পারে। সূর্যের চারিদিকে একবার প্রদক্ষিণ করতে হ্যালির ধূমকেতুর সময় লাগে ৭৫ বছর। সর্বশেষ ১৯৮৬ সালে হ্যালির ধূমকেতু পৃথিবী থেকে দেখা গিয়েছে। পুনরায় দেখা যাবে ২০৬১ সালে।

উল্কা (Meteor) : মেঘমুক্ত রাতের আকাশে মাঝে মাঝে দেখা যায় কোনো একটি তারা ছুটতে ছুটতে নিভে গেল বা এইমাত্র তারাটি খসে পড়ল। এগুলোকে উল্কা বলে। অনেকগুলো উল্কা এক সাথে ছুটতে থাকলে তাকে উল্কা ঝড় বলে। ১৯৯৯ সালের ১৮ ই নভেম্বর পৃথিবী থেকে উল্কা ঝড় দেখা গিয়েছিল।

	শিক্ষার্থীর কাজ	শিক্ষার্থীরা পৃথিবী থেকে গ্রহ উপগ্রহসমূহের দূরত্বের তালিকা তৈরি করবেন।
---	------------------------	--

সারসংক্ষেপ

সূর্যকে কেন্দ্র করে গ্রহ, উপগ্রহ, অসংখ্য গ্রহাণুপুঞ্জ ও উল্কা নিয়ে সৃষ্টি হয়েছে সৌরজগৎ। যে সকল জ্যোতিষ্কের নিজস্ব তাপ ও আলো আছে তাকে বলা হয় নক্ষত্র, যেমন- সূর্য। যাদের তাপ ও আলো নেই তাদের বলা হয় গ্রহ। সৌরজগতে গ্রহের সংখ্যা মোট ১২ টি। সবচেয়ে বড় গ্রহ বৃহস্পতি এবং ছোট গ্রহ বুধ। যে সকল জ্যোতিষ্ক গ্রহের চতুর্দিকে পরিভ্রমণ করে তাদেরকে বলা হয় উপগ্রহ। চাঁদ পৃথিবীর একমাত্র উপগ্রহ। সর্বাধিক উপগ্রহ রয়েছে শনি গ্রহের।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। সৌরজগতের গ্রহের সংখ্যা কয়টি?

(ক) ৫টি	(খ) ৬টি
(গ) ৭টি	(ঘ) ৮টি
- ২। সৌরজগতের সবচেয়ে বড় গ্রহ কোনটি?

(ক) বুধ	(খ) শুক্রে
(গ) বৃহস্পতি	(ঘ) মঙ্গল
- ৩। সৌরজগতের আদর্শ গ্রহ কোনটি?

(ক) বৃহস্পতি	(খ) বুধ
(গ) শুক্রে	(ঘ) পৃথিবী

পাঠ-৩.২

পৃথিবী ও এর আকৃতি

The Earth and Its Shape



উদ্দেশ্য

এই পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি-

- পৃথিবীর আকৃতি ব্যাখ্যা করতে পারবেন এবং
- পৃথিবীর আয়তন, ব্যাস, ব্যাসার্ধ ও পরিধি নির্ণয় করতে পারবেন।



মুখ্য শব্দ

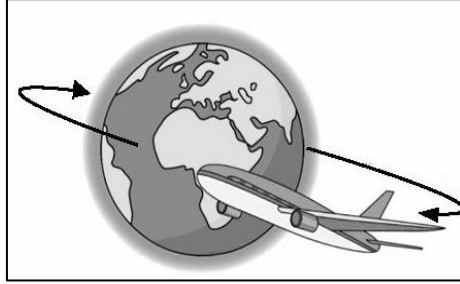
পৃথিবী।



পৃথিবী ও এর আকৃতি

পৃথিবীর আকৃতি বর্তুলাকার (Spherical)। উত্তর ও দক্ষিণ মেরু অতি সামান্য চাপা ও বিষুবরেখা বরাবর কিছুটা স্ফীত। জ্যোতির্বিদ ইরাতোসথেনিস খ্রিষ্টপূর্ব ২৫০ সালে জ্যামিতিক পদ্ধতিতে পৃথিবীর বর্তুলাকার প্রমাণ দেন। নিম্নে পৃথিবীর বর্তুলাকার প্রমাণের কতিপয় উদাহরণ উপস্থাপন করা হলো। যথা-

ক. একই দিকে যাত্রা : পৃথিবীর যে কোনো নির্দিষ্ট স্থান থেকে জাহাজ বা উড়োজাহাজ করে যাত্রা শুরু করলে এবং দিক পরিবর্তন না করে একই দিকে অগ্রসর হলে দেখা যায়, যে স্থান হতে যাত্রা শুরু করেছিল ঠিক সেই একই স্থানে প্রত্যাবর্তন করেছে (চিত্র-৩.২.১)। এরূপ পরীক্ষা করে ম্যাগিলান, ড্রেক ও কুক প্রমুখ নাবিকগণ সিদ্ধান্ত দিয়েছেন পৃথিবী বর্তুলাকার।



চিত্র ৩.২.১ প্লেনের একই দিকে যাত্রা



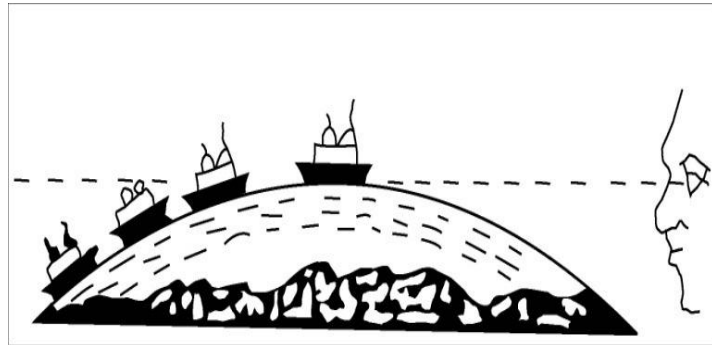
চিত্র ৩.২.২ চন্দ্র গ্রহণের সময় চন্দ্রের উপর পৃথিবীর ছায়া

খ. চন্দ্র গ্রহণের ছবি : চন্দ্র গ্রহণের সময় পৃথিবী চন্দ্র ও সূর্য একই সরলরেখায় অবস্থান করে এবং পৃথিবীর অবস্থান থাকে চন্দ্র ও সূর্যের মধ্যবর্তী স্থানে। এই সময় পৃথিবীর যে ছায়া চন্দ্রের উপর পড়ে তা বর্তুলাকার দেখায় (চিত্র-৩.২.২)

গ. দিগন্ত রেখার সাহায্যে : পৃথিবীর যে কোনো উন্মুক্ত স্থানে দাঁড়িয়ে চারিদিকে তাকালে মনে হয়, আকাশ ও ভূ-পৃষ্ঠ একটি বৃত্তাকার রেখায় মিশে গেছে। একে বলে দিগন্তরেখা। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে যতো উপরের দিকে উঠা হয়, দিগন্তরেখার পরিধিও একই হারে বাড়তে থাকে (চিত্র-৩.৩.৩)। দিগন্তরেখার আকারও বৃত্তাকার।



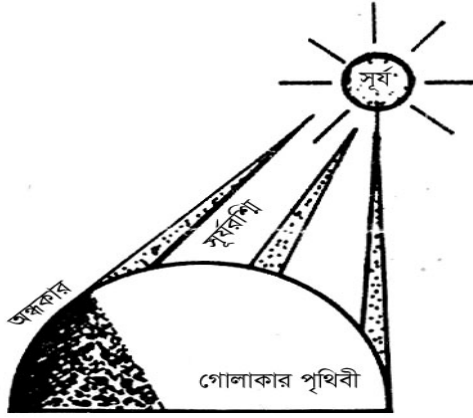
চিত্র ৩.৩.৩ বিভিন্ন উচ্চতা থেকে বৃত্তাকার দিগন্ত রেখা



চিত্র ৩.৩.৪ সমুদ্রপৃষ্ঠের জাহাজের সাহায্যে পৃথিবীর গোলকত্ব পরীক্ষা

ঘ. সমুদ্রে চলমান জাহাজের ছবি : গভীর সমুদ্র হতে তীরের দিকে আসতে থাকা কোনো জাহাজের সম্পূর্ণ অংশ দেখা যায় না। প্রথমে জাহাজের মাস্তুল, পরে চোঙ, ডেক, ছাদ ও (চিত্র- ৩.৩.৪) তীরের কাছাকাছি আসলে সম্পূর্ণ জাহাজটি দেখা যায়। পৃথিবী সমতল হলে অনেক দূর থেকে ও সম্পূর্ণ জাহাজটি দেখা যেত।

ঙ. সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় : পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় একই রকম নয়। কারণ পৃথিবী বর্তুলাকার। (চিত্র- ৩.৩.৫) সাধারণত পূর্বদিকের দেশসমূহে প্রথমে সূর্যোদয় ও সূর্যাস্ত হয় এবং পরবর্তীতে পশ্চিমের দেশগুলোতে সূর্যোদয় ও সূর্যাস্ত হয়।



চিত্র ৩.৩.৫ পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময়ের ভিন্নতা



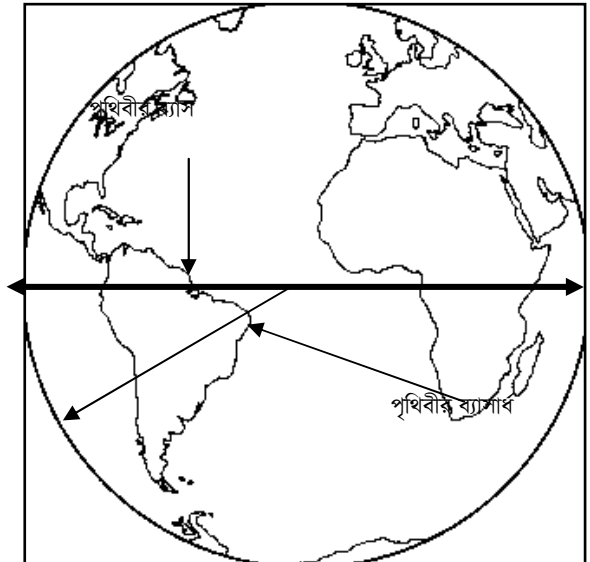
চিত্র ৩.৩.৬ সৌরজগতের বর্তুলাকার গ্রহ-উপগ্রহ

চ. কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে : সাম্প্রতিক সময়ে মহাকাশে স্থাপিত কৃত্রিম উপগ্রহ সমূহ (Satellites) থেকে প্রাপ্ত আলোকচিত্রে দেখা যায় যে, সৌরজগতের অন্যান্য গ্রহ, উপগ্রহের ন্যায় পৃথিবীর আকৃতি ও বর্তুলাকার (চিত্র- ৩.৩.৬)।

পৃথিবীর পরিধি, ব্যাস ও আয়তন

পরিধি হলো বৃত্তের চারিদিকে পরিমাণ। পৃথিবীর পরিধি হলো পৃথিবীর মধ্যভাগে অবস্থিত নিরক্ষরেখার (0° অক্ষাংশ) পরিধি। পৃথিবীর কেন্দ্র বিন্দুকে ছেদ করে যে রেখা পৃথিবীর যে কোনো দু'টি প্রান্তকে স্পর্শ করে তাকে পৃথিবীর ব্যাস বলা হয়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হলো, এমন একটি রেখা যেটি পৃথিবীর কেন্দ্র বিন্দু থেকে যে কোনো একটি প্রান্ত স্পর্শ করে (চিত্র- ৩.৩.৭)। পৃথিবী নিজ অক্ষে প্রদক্ষিণ করতে সময় লাগে ২৪ ঘণ্টা বা ১৪৪০ মিনিট বা ১ দিন। ফলে একই জায়গায় ২৪ ঘণ্টা বা ১৪৪০ মিনিট পর সূর্য ওঠে। পৃথিবীর দুটি স্থানের মধ্যে সূর্য ওঠার সময়ের পার্থক্য থেকে পৃথিবীর পরিধি বা নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যায়।

ইরাটোসথিনিসের গাণিতিক হিসাব অনুযায়ী পৃথিবীর পরিধি প্রায় ২৫,০০০ মাইল, নিরক্ষীয় ব্যাস ৭,৯২৭ মাইল ও মেরুদেশীয় ব্যাস ৭,৯০০ মাইল। পৃথিবীর মেরু দেশীয় ব্যাস নিরক্ষীয় ব্যাসের চাইতে ২৭ মাইল কম কারণ পৃথিবী একটি অভিজাত গোলক।



চিত্র ৩.৩.৭ পৃথিবীর ব্যাস ও ব্যাসার্ধ

পৃথিবীর পরিধি নির্ণয় করার জন্য প্রথমে নিরক্ষরেখার উপর দুটি স্থানের মধ্যকার সূর্য উঠার পার্থক্য এবং স্থান দুটির মধ্যকার দূরত্ব নির্ণয় করা হয়। এ থেকে কতটুকু দূরবর্তী স্থানের মধ্যকার সূর্য উঠার সময়ের পার্থক্য ১ মিনিট তা নির্ণয় করা

হয়। এই দূরত্বকে ১,৪৪০ মিনিট বা ২৪ ঘণ্টা দ্বারা গুণ করে পৃথিবীর পরিধি নির্ণয় করা যায়। গণিতিক সূত্র অনুসারে, গোলকের পরিধিকে পাই (π) বা এর মান ৩.১৪ দ্বারা ভাগ করলে পৃথিবীর ব্যাস নির্ণয় করা যায়। উদাহরণ দক্ষিণ আমেরিকা মহাদেশের একটি দেশে নিরক্ষরেখার উপরে দুটি শহরের একটিতে অপরটির চেয়ে ৮ মিনিট পর সূর্য ওঠে। শহর দুটির মধ্যকার দূরত্ব ১৩৮.৫ মাইল হলে পৃথিবীর পরিধি কত কিলোমিটার? (১ মাইল = ১.৬১ কিলোমিটার)

সমাধান :

$$\begin{aligned} & ৮\text{মিনিট ব্যবধানে সূর্য ওঠে } ১৩৮.৫ \text{ মাইল দূরত্বে} \\ & ১ \text{ ,, ,, ,, } ১৩৮.৫ \div ৮ \text{ ,, ,,} \\ \therefore ১৪৪০ \text{ ,, ,, ,, } & \frac{১৩৮.৫ \times ১৪৪০}{৮} \text{ ,,} \\ & = ২৪,৯৪০ \text{ মাইল দূরত্বে} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{পৃথিবীর পরিধি} &= ২৪,৯৩০ \text{ মাইল বা } ২৫০০ \text{ মাইল প্রায়} \\ &= (২৪,৯৩০ \times ১.৬১) \text{ কিলোমিটার} \\ &= ৪০,১৩৭ \text{ কি. মি.} \end{aligned}$$

অর্থাৎ পৃথিবীর পরিধি ৪০,১৩৭ কিলোমিটার

পৃথিবীর আয়তন নির্ণয় করতে প্রথমেই পৃথিবীর পরিধি ও ব্যাস নির্ণয় করা প্রয়োজন। বিজ্ঞানীদের মতে, পৃথিবীর পরিধি প্রায় ৪০,০০০ কিলোমিটার বা ২৫,০০০ মাইল এবং পৃথিবীর গড় ব্যাস প্রায় ১২,৮০০ কিলোমিটার।

পৃথিবীর আয়তন

গাণিতিক হিসার অনুযায়ী পৃথিবীর পূর্ব-পশ্চিমে নিরক্ষীয় ব্যাস ১২,৭৫৭ কিলোমিটার। উত্তর-দক্ষিণে মেরু ব্যাস ১২,৭১৪ কিলোমিটার। পৃথিবীর ব্যাস ১২,৭৩৫.৫ কি. মি। সরল হিসাবে পৃথিবীর ব্যাসকে ১২,৮০০ কিলোমিটার ধরা হয়।

পৃথিবীর গড় ব্যাসার্ধ ৬৪০০ কিলোমিটার।

সূত্রানুসারে, গোলকের আয়তন = $৪ \times \pi \times (\text{ব্যাসার্ধ})^2$

$$\begin{aligned} \therefore \text{পৃথিবীর পরিধি} &= ৪ \times \pi \times (\text{ব্যাসার্ধ})^2 \\ &= ৪ \times ৩.১৪ \times (৬৪০০)^2 \text{ বর্গ কিলোমিটার } [\pi = ৩.১৪] \\ &= ৪ \times ৩.১৪ \times ৪,০৯,৬০,০০০ \div ৭ \text{ বর্গ কিলোমিটার} \\ &= ৩৬,০৪৪,৮০,০০০ \div ৭ \\ &= ৫১,৪৯,২৫,৭১৪.৩ \text{ বর্গ কিলোমিটার} \end{aligned}$$

অর্থাৎ পৃথিবী পৃষ্ঠের আয়তন ৫১ কোটি ৪৯ লক্ষ ২৫ হাজার ৭১৪.৩ বর্গ কিলোমিটার।



শিক্ষার্থীর কাজ

শিক্ষার্থীরা পৃথিবী যে একটি অভিজাত গোলক এটি ব্যাখ্যা করবেন।



সারসংক্ষেপ

পৃথিবীর আকার বর্তুলাকার। শুধুমাত্র উত্তর-দক্ষিণে সামান্য চাপা এবং নিরক্ষরেখা বরাবর স্ফীত। পৃথিবীর আয়তন ৫১,৪৯,২৫,৭১৪.৩ বর্গ কিলোমিটার, পৃথিবীর পরিধি ৪০,১৩৭ কিলোমিটার এবং পৃথিবীর গড় ব্যাস ১২,৮০০ কিলোমিটার।

পাঠ্যক্রম মূল্যায়ন-৩.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

- ১। পৃথিবীর গড় ব্যাস কত?
(ক) ১২৮০ কিলোমিটার (খ) ১২৮০০ কিলোমিটার (গ) ১২৭০০ কিলোমিটার (ঘ) ১২০০০ কিলোমিটার
- ২। পৃথিবী-
i. একটি অভিগত গোলক
ii. পৃথিবী সূর্যের চারিদিকে ২৪ ঘণ্টায় একবার আবর্তন করে।
iii. পৃথিবী সূর্য থেকে তাপ ও আলো পায়।
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i, ii ও iii (ঘ) iii
- ৩। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে ক্রমশ উপরের দিকে দিগন্ত রেখা কেমন হয়?
(ক) বেড়ে যায় (খ) কমে যায়
(গ) একই রকম থাকে (ঘ) সরল রেখায় পরিণত হয়

পাঠ-৩.৩

অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমা রেখা

Latitude and Longitude



উদ্দেশ্য

এই পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি-

- অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমা রেখার সংজ্ঞা বলতে পারবেন এবং
- অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমা রেখা নির্ণয় পদ্ধতি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



মুখ্য শব্দ

অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমা রেখা।



অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমা রেখা

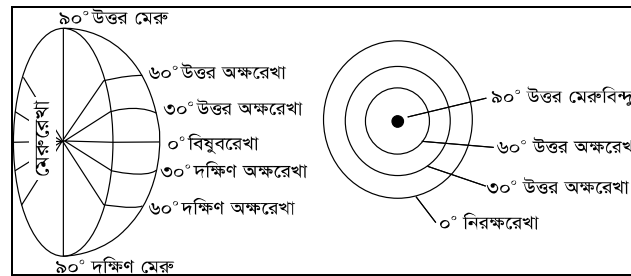
অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমা রেখার সাহায্যে পৃথিবী পৃষ্ঠের যে কোনো স্থানের সঠিক সময় ও অবস্থান নির্ণয় করা হয়।

অক্ষরেখা (Latitude)

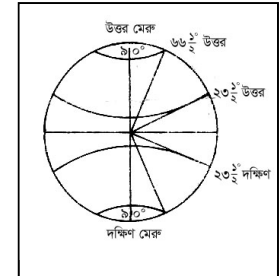
পৃথিবীর দুই মেরু হতে সমান দূরত্বে (পৃথিবীর মাঝখানে) পূর্ব-পশ্চিমে পৃথিবীকে ঘিরে থাকা কল্পিত বৃত্তকে বলা হয় নিরক্ষরেখা বা বিষুবরেখা বলে। নিরক্ষরেখার সমান্তরালে উত্তরে ও দক্ষিণে কতকগুলো রেখা কল্পনা করা হয়। এই রেখাগুলোকে অক্ষরেখা বা সমাক্ষরেখা বলে। অক্ষরেখাসমূহের দূরত্ব সর্বত্র সমান (চিত্র- ৩.৩.১)। নিরক্ষরেখা থেকে উত্তরে বা দক্ষিণে কোনো স্থানের কৌণিক দূরত্বের মানকে ডিগ্রিতে প্রকাশ করলে তাকে অক্ষাংশ বলে (চিত্র- ৩.৩.৩)। নিরক্ষরেখা বা বিষুবরেখার মান 0° । নিরক্ষরেখা থেকে 90° উত্তর অক্ষাংশকে বলা হয় সুমেরু এবং 90° দক্ষিণ অক্ষাংশকে বলা হয় কুমেরু। এছাড়া 23.5° উত্তর অক্ষাংশকে বলা হয় যথাক্রমে- কর্কটক্রান্তি এবং 23.5° দক্ষিণ অক্ষাংশে বলা হয় মকরক্রান্তি। 66.5° উত্তর ও দক্ষিণ অক্ষাংশকে বলা হয় যথাক্রমে সুমেরু বৃত্ত এবং কুমেরু বৃত্ত। বিষুবরেখা বা নিরক্ষরেখাকে বলা হয় মহাবৃত্ত। সাধারণভাবে, 0° - 30° পর্যন্ত অক্ষাংশকে নিম্ন অক্ষাংশ 30° - 60° অক্ষাংশকে বলা হয় মধ্য অক্ষাংশ এবং 60° - 90° পর্যন্ত অক্ষাংশকে বলা হয় উচ্চ অক্ষাংশ (চিত্র- ৩.৩.২)।



চিত্র ৩.৩.১ অক্ষরেখাসমূহ



চিত্র ৩.৩.২ পৃথিবীর অক্ষ ও মেরুদ্বয়



চিত্র ৩.৩.৩ অক্ষাংশ

অক্ষাংশ নির্ণয় করার পদ্ধতি

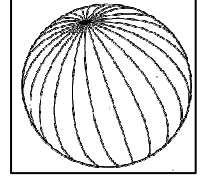
প্রধানত দুইটি পদ্ধতিতে অক্ষাংশ নির্ণয় করা যায়। যথা-

- ১। **ধ্রুবতারার অবস্থান** : আকাশে ধ্রুবতারার সাহায্যে দিনের বেলায় কিংবা দক্ষিণ গোলার্ধে অক্ষাংশ নির্ণয় করা সম্ভব নয়। উত্তর গোলার্ধের কোনো স্থানে ধ্রুবতারা যত ডিগ্রি কোণে অবস্থান করে সেই মানই উক্ত স্থানের অক্ষাংশ।
- ২। **সূর্যের অবস্থান** : আকাশে সূর্যের অবস্থান অনুযায়ী সেক্সট্যান্ট নামক যন্ত্র ব্যবহার করে অক্ষাংশ নির্ণয় করা যায়। অক্ষাংশ নির্ণয়ের সূত্রটি হলো-
কোনো স্থানের অক্ষাংশ = 90° মধ্যাহ্নে সূর্যের উন্নতি \pm বিষুবলম্ব।

সূর্য যেদিন যে অক্ষাংশের উপর লম্বভাবে কিরণ দেয় সেটিই ঐ দিন উক্ত স্থানের বিষুব লম্ব। বিষুব লম্ব 23.5° উত্তর অক্ষাংশ থেকে 23.5° দক্ষিণ অক্ষাংশের মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে।

দ্রাঘিমা রেখা (Longitude)

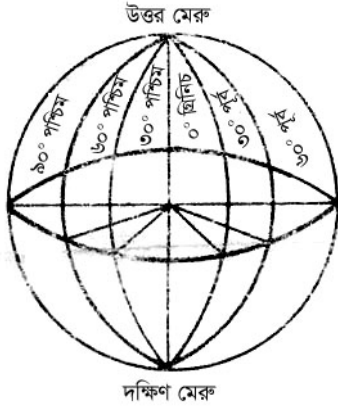
ভূ-পৃষ্ঠের উত্তর ও দক্ষিণ মেরুকে সংযুক্ত করে উত্তর-দক্ষিণে প্রসারিত অনেকগুলো রেখা কল্পনা করা হয় যা নিরক্ষরেখাকে ছেদ করেছে। এ রেখাগুলোকে দ্রাঘিমা রেখা (Longitude) বা মধ্যরেখা বলে (চিত্র- ৩.৩.৪)।



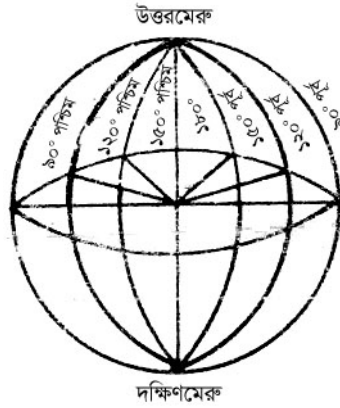
চিত্র ৩.৩.৪ দ্রাঘিমা রেখা

মূল দ্রাঘিমা রেখা

লন্ডন শহরের নিকটে অবস্থিত গ্রীনিচ নামক স্থানের উপর দিয়ে যে দ্রাঘিমা রেখা কল্পনা করা হয়েছে তাকে মূল দ্রাঘিমা রেখা বলে। মূল দ্রাঘিমা রেখা হতে পূর্ব বা পশ্চিমে অবস্থিত কোনো স্থানের কৌণিক দূরত্বকে সেই স্থানের দ্রাঘিমা বলা হয়। নিরক্ষরেখার সাথে যে কোনো একটি দ্রাঘিমা রেখার ছেদবিন্দু ও মূল দ্রাঘিমা রেখার ছেদবিন্দু দুটিকে পৃথিবীর কেন্দ্রের সাথে একটি রেখা দ্বারা যোগ করলে যে কোণ উৎপন্ন হয় তাকে ঐ রেখার দ্রাঘিমা বলে। মূল দ্রাঘিমা রেখার দ্রাঘিমার মান 0° ধরা হয়। মূল দ্রাঘিমা রেখা হতে 1° পর পর পূর্ব দিকে 180 টি এবং পশ্চিম দিকে 180 টি দ্রাঘিমা রেখা অঙ্কন করা যায় (৩.৩.৫, ৩.৩.৬, ৩.৩.৭)।



চিত্র ৩.৩.৫ দ্রাঘিমা রেখা ($0-90^\circ$)



চিত্র ৩.৩.৬ দ্রাঘিমা রেখা ($90-180^\circ$)



চিত্র ৩.৩.৭ মূল দ্রাঘিমা রেখা

পৃথিবী পূর্ব থেকে পশ্চিম দিকে ঘুরছে এবং এই আবর্তনে সময় লাগে ২৪ ঘণ্টা বা ১,৪৪০ মিনিট। নিরক্ষরেখা পৃথিবীর কেন্দ্রে মোট 360° কোণ উৎপন্ন করে। অর্থাৎ 360° ঘুরতে সময় লাগে ২৪ ঘণ্টা। 1° ঘুরতে সময় প্রয়োজন হয় মাত্র ৪ মিনিট। এই হিসেবে 15° দ্রাঘিমাংশের সময়ের ব্যবধান হয় ১ ঘণ্টা।

দ্রাঘিমা নির্ণয়

- ১। যেহেতু 1° দ্রাঘিমার পার্থক্যের জন্য দুটি স্থানের স্থানীয় সময়ের পার্থক্য হয় ৪ মিনিট। এ কারণে স্থান দুটির সময়ের পার্থক্য যা হয় তাকে ৪ দিয়ে ভাগ করে দ্রাঘিমা নির্ণয় করা যায়।
- ২। যে কোনো স্থানের সময় গ্রীনিচের সময় অপেক্ষা অধিক হলে বুঝতে হবে স্থানটি গ্রীনিচের পূর্ব দিকে অবস্থিত এবং কম হলে স্থানটি গ্রীনিচের পশ্চিমে অবস্থিত। গ্রীনিচের দ্রাঘিমাকে 0° ধরে সময়ের পার্থক্য অনুযায়ী অন্যান্য স্থানের দ্রাঘিমা নির্ণয় করা যায়। ক্রনোমিটার নামক ঘড়ি গ্রীনিচ সময় অনুসারে চলে। তাই এই ঘড়ি দেখে কোনো স্থানের স্থানীয় সময়ের সাথে গ্রীনিচ সময়ের পার্থক্য নির্ণয় করা যায়।

	শিক্ষার্থীর কাজ	শিক্ষার্থীরা অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশ নির্ণয় পদ্ধতি অনুশীলন করবেন।
--	------------------------	---

সারসংক্ষেপ

পৃথিবীর উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু হতে সমান দূরত্বে ঠিক মধ্যখানে পূর্ব-পশ্চিমে পৃথিবীকে ঘিরে পূর্ণ বৃত্তের মত একটি রেখা কল্পনা করা হয়, এর নাম নিরক্ষরেখা বা বিষুব রেখা। নিরক্ষরেখা থেকে উত্তরে বা দক্ষিণে কোনো স্থানের কৌণিক দূরত্বকে অক্ষাংশ বলে। পৃথিবীর কোনো স্থান কতটা পূর্বে বা পশ্চিমে তা নির্ণয় করার জন্য ভূ-পৃষ্ঠে দুই মেরুকে সংযুক্ত করে উত্তর-দক্ষিণে প্রসারিত অনেকগুলো রেখা কল্পনা করা হয়েছে যা নিরক্ষরেখাকে বিভিন্ন বিন্দুতে ছেদ করেছে। এই রেখাগুলোকে দ্রাঘিমা রেখা বলে এবং ছেদবিন্দুতে যে কোন উৎপন্ন করে তাকে দ্রাঘিমাংশ বলে। লন্ডন শহরের নিকটে অবস্থিত গ্রীনিচ নামক স্থানের উপর দিয়ে যে দ্রাঘিমা রেখা কল্পনা করা হয় তাকে মূল দ্রাঘিমা রেখা বলে। মূল দ্রাঘিমা রেখা হতে পূর্ব বা পশ্চিমে অবস্থিত কোনো স্থানের কৌণিক দূরত্বকে সেই স্থানের দ্রাঘিমা বলে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- সের্ভট্যান্ট নামক যন্ত্রের সাহায্যে কি পরিমাপ করা হয়?

(ক) সময়	(খ) উষ্ণতা
(গ) অক্ষাংশ	(ঘ) দ্রাঘিমাংশ
- পৃথিবীর দুই মেরু হতে সমান দূরত্বে পূর্ব-পশ্চিমে পূর্ণ বৃত্তের মত পৃথিবীকে বেষ্টিত করে যে রেখা কল্পনা করা হয় তাকে কি বলে?

(ক) মেরুরেখা	(খ) মূল মধ্যরেখা
(গ) নিরক্ষরেখা	(ঘ) আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা
- মূল দ্রাঘিমা রেখা কোন স্থানের উপর দিয়ে গিয়েছে?

(ক) টোকিও	(খ) প্যারিস
(গ) গ্রীনিচ	(ঘ) বাংলাদেশ

পাঠ-৩.৪

স্থানীয় সময়, প্রমাণ সময় এবং আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা

Local Time, Standard Time and International Date Line



উদ্দেশ্য

এই পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি-

- স্থানীয় সময়, প্রমাণ সময় এবং আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



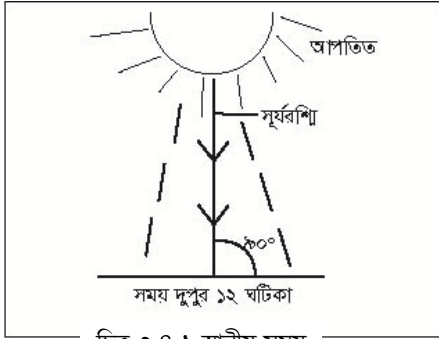
মুখ্য শব্দ

স্থানীয় সময়, প্রমাণ সময় এবং আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা।



স্থানীয় সময়

আকাশে সূর্যের অবস্থান দেখে যে সময় গণনা করা হয় তাকে স্থানীয় সময় বলে। সূর্যরশ্মি কোনো স্থানে লম্বভাবে কিরণ দিলে অথবা সূর্য যখন ঠিক মাথার উপরে অবস্থান করে তাকে বলে দুপুর বা মধ্যাহ্ন (চিত্র- ৩.৪.১)। মধ্যাহ্নের সময় আকাশে উত্তর থেকে দক্ষিণে যে রেখা কল্পনা করা হয় তাকে বলা হয় মধ্যাহ্ন কালীন রেখা (Meridian)।



চিত্র ৩.৪.১ স্থানীয় সময়

মধ্যাহ্নকে ল্যাটিন ভাষায় মেরিডিস (Meridies) বলে। মেরিডিস থেকে ইংরেজী শব্দ Meridian এসেছে। যে সময় সূর্য এই মধ্যাহ্ন রেখার পূর্ব দিকে থাকে তাকে বলে পূর্বাহ্ন বা Anti Meridian বা এ.এম (A.M) অর্থাৎ পূর্ব মধ্যাহ্ন এবং সূর্য এই মধ্যাহ্ন রেখার পশ্চিম দিকে থাকলে তাকে বলে (Post-Meridian) বা পি. এম (P.M)। এ কারণে মধ্যাহ্নের (১২ টার পর) পর থেকে রাত ১২ টা পর্যন্ত সময়কে অপরাহ্ন বা পি. এম (P.M) এবং রাত ১২ টা থেকে দুপুর ১২ টা পর্যন্ত সময়কে পূর্বাহ্ন বা এ. এম (A.M) বলে। যেহেতু 10° দ্রাঘিমান্তরের জন্য সময়ের পার্থক্য হয় ৪ মিনিট তাই যে কোন

স্থানের স্থানীয় সময় নিম্নরূপে নির্ণয় করা যায়। যথা-

উদাহরণ : ১ ঢাকা ও বোম্বাই এর দ্রাঘিমা যথাক্রমে $৯০^\circ ২৬'$ পূর্ব এবং $৭০^\circ ৫০'$ পূর্ব। ঢাকায় যখন মধ্যাহ্ন, তখন বোম্বাই এর স্থানীয় সময় কত?

সমাধান : ঢাকা ও বোম্বাই এর দ্রাঘিমার পার্থক্য = $৯০^\circ ২৬' - ৭০^\circ ৫০' = ১৯^\circ ৩৬'$ [৬০ মিনিটে ১ ডিগ্রি কোণ হয় অর্থাৎ $৬০' = 1^\circ$

অতএব, $১৯^\circ ৩৬'$ দ্রাঘিমার জন্য সময়ের পার্থক্য = ১৯×৪ মিনিট + ৩৬×৪ সেকেন্ড [১মিনিট দ্রাঘিমার পার্থক্যের জন্য সময়ের ব্যবধান ৪ সেকেন্ড]

$$= ৭৬ \text{ মিনিট} + ১৪৪ \text{ সেকেন্ড}$$

$$= ৭৮ \text{ মিনিট}, ২৪ \text{ সেকেন্ড}$$

$$= ১ \text{ ঘণ্টা } ১৮ \text{ মিনিট } ২৪ \text{ সেকেন্ড}$$

যেহেতু বোম্বাই ঢাকার পশ্চিমে অবস্থিত এ কারণে ঢাকার চেয়ে বোম্বাই এর সময় কম হবে।

সুতরাং, ঢাকার সময় যখন মধ্যাহ্ন বা দুপুর ১২ টা তখন বোম্বাই এর স্থানীয় সময়-

$$১২ \text{ ঘণ্টা} - ১ \text{ ঘণ্টা } ১৮ \text{ মিনিট } ২৪ \text{ সেকেন্ড}$$

$$= ১০ \text{ ঘণ্টা } ৪১ \text{ মিনিট } ৩৬ \text{ সেকেন্ড (পূর্বাহ্ন)}$$

প্রমাণ সময়

যে কোনো দেশের এক প্রান্তের স্থানীয় সময়ের সাথে অপর প্রান্তের স্থানীয় সময়ের অপেক্ষা ভিন্ন হয়। এ কারণে প্রত্যেক দেশে কোনো মধ্যবর্তী স্থান বা শহরের স্থানীয় সময়কে ঐ দেশের সকল অঞ্চলের নির্দিষ্ট সময় হিসাবে নির্ধারণ করা হয়

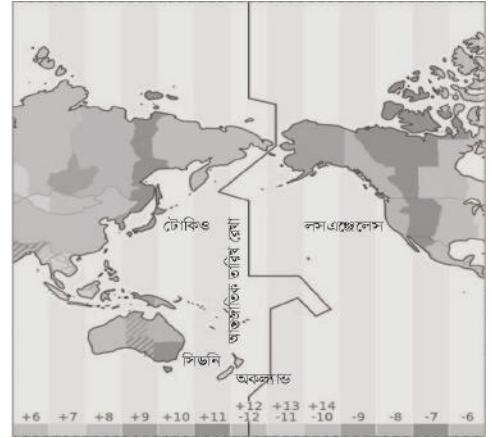
এবং এই নির্দিষ্ট সময় অনুযায়ী গুরুত্বপূর্ণ বিভাগসমূহ (রেডিও, টেলিভিশন, ডাক, রেল ও বিমান)সহ অন্যান্য সকল বিভাগের কাজকর্ম পরিচালনা করা হয়।

গাণিতিকভাবে, যে কোনো বৃহৎ অঞ্চলের বা যে কোনো দেশের দ্রাঘিমা রেখার ভিত্তিতে দ্রাঘিমা রেখার নিকটবর্তী স্থানের স্থানীয় সময়কে ঐ বৃহৎ অঞ্চলের বা দেশের নির্দিষ্ট সময় হিসাবে নির্ধারণ করা হয়। ইহাই প্রমাণ সময়। যেমন- বাংলাদেশের ৯০° দ্রাঘিমায় যে স্থানীয় সময় রয়েছে তাই বাংলাদেশের প্রমাণ সময়। বাংলাদেশের প্রমাণ সময় গ্রীনিচ সময় হতে ৬ ঘণ্টা এগিয়ে আছে কারণ বাংলাদেশ গ্রীনিচের পূর্বদিকে অবস্থিত। উল্লেখ্য যে কোন দেশের মধ্যভাগের উল্লেখযোগ্য স্থানের স্থানীয় সময়কে ঐ দেশের জন্য প্রমাণ সময় হিসাবে নির্ধারণ করা হয়। ৯০° দ্রাঘিমারেখা বাংলাদেশকে প্রায় মধ্যভাগে লম্বভাবে বিভক্ত করেছে। আবার কোনো কোনো দেশের একাধিক প্রমাণ সময় নির্দিষ্ট রয়েছে। যেমন- গ্রীনিচ সময়, মধ্য ইউরোপীয় সময় এবং পূর্ব ইউরোপীয় সময়। ইউরোপের পশ্চিমাঞ্চলীয় দেশগুলো গ্রীনিচ সময় অনুসরণ করে। যুক্তরাজ্যের গ্রীনিচ শহরে অবস্থিত রাজকীয় মানমন্দিরের দ্রাঘিমা ০° । এই ভিত্তিতে গ্রীনিচ প্রমাণ সময় নির্ধারণ করা হয়। গ্রীনিচ প্রমাণ সময়ের বা গাণিতিক নিয়ম অনুসরণ করে বিভিন্ন দেশের প্রমাণ সময় নির্ধারণ করা যায়।

আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা

(International Date Line)

পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে, প্রতি ডিগ্রি দ্রাঘিমার পার্থক্যের জন্য সময়ের ব্যবধান হয় ৪ মিনিট। এইভাবে পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানের সময় নির্ধারণ করার সময় ১৮০° ডিগ্রি পূর্ব দ্রাঘিমা ১৮০° পশ্চিম দ্রাঘিমা রেখায় চরম অসুবিধা হয়। যেমন-গ্রীনিচ থেকে দুটি বিমান একই সময়ে পূর্ব ও পশ্চিম দিকে যাত্রা করলে ১৮০° পশ্চিম দ্রাঘিমা ও ১৮০° পূর্ব দ্রাঘিমা রেখায় উভয়ের মধ্যে সময়ের ব্যবধান হবে $১৮০^\circ \times ৪$ মি. + $১৮০^\circ \times ৪$ মি = ১৪৪০ মি. = ২৪ ঘণ্টা বা ১দিন। অর্থাৎ উভয়ের ক্যালেন্ডরে তারিখের পার্থক্য হবে ১ দিন। তাই ১৮০° পশ্চিম দ্রাঘিমারেখায় যখন রবিবার তখন ১৮০° পূর্ব দ্রাঘিমা রেখায় সোমবার। যেহেতু এই স্থান দুটির অবস্থান একই তাই যুক্তি সংগতভাবে তারিখ ভিন্ন ভিন্ন না হয়ে



চিত্র ৩.৪.১ আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা

একই হওয়া উচিত ছিল। এই অসুবিধা দূর করার জন্য গ্রীনিচ থেকে ১৮০° পূর্ব বা পশ্চিমে স্থলভাগকে এড়িয়ে আঁকাবাঁকা পথে প্রশান্ত মহাসাগরের উপর দিয়ে ১৮০° পূর্ব ও পশ্চিম দ্রাঘিমা রেখা বরাবর একটি রেখা কল্পনা করা হয়েছে। এই রেখাটিকে আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা বলে। এ রেখাটি অতিক্রমের সময় পূর্বদিকে গমনকারী ব্যক্তিকে তার ঘড়ির তারিখ একদিন বা ২৪ ঘণ্টা পিছিয়ে দিতে হয় এবং পশ্চিমগামী ব্যক্তিকে তার ঘড়ির তারিখ ১ দিন বা ২৪ ঘণ্টা বাড়িয়ে দিতে হয়।

	শিক্ষার্থীর কাজ	শিক্ষার্থীরা স্থানীয় সময়, প্রমাণ সময় এবং আন্তর্জাতিক তারিখরেখা সম্পর্কে দলগতভাবে আলোচনা করবেন।
--	------------------------	---

সারসংক্ষেপ

আকাশে সূর্যের অবস্থান দেখে যে সময় গণনা করা হয় তাকে স্থানীয় সময় বলে। সূর্য যখন যে স্থানে ঠিক মাথার উপরে অবস্থান করে সেই সময়কে সে স্থানের মধ্যাহ্ন বা বেলা ১২ টা ধরা হয়। দুপুর ১২টা হতে রাত্রি ১২ টা পর্যন্ত সময়কে অপরাহ্ন বলা হয়। রাত্রি ১২ টার পর হতে পরবর্তী দুপুর ১২ টা পর্যন্ত সময়কে পূর্বাহ্ন বা (Ante-Meridian) বা (A.M) বলা হয়। অপরদিকে দুপুর ১২ টা বা মধ্যাহ্ন ১২ টা থেকে রাত্রি ১২ টা পর্যন্ত সময়কে অপরাহ্ন বা Post-Meridian বা P.M. বলা হয়।

কোনো দেশের বা অঞ্চলের মধ্যবর্তী দ্রাঘিমা রেখার ভিত্তিতে মধ্যবর্তী কোনো উল্লেখযোগ্য স্থানের স্থানীয় সময়কে সে দেশের জন্য বা সেই বৃহৎ এলাকার জন্য ঐ দেশের বা এলাকার প্রমাণ সময় বলে।

পৃথিবীর উত্তর মেরু হতে দক্ষিণ মেরু পর্যন্ত যে ১৮০° দ্রাঘিমা রেখাটি আঁকাবাঁকাভাবে জলভাগের উপর দিয়ে কল্পনা করা হয়েছে তাকে আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা বলে। এই রেখা অতিক্রমের সময় পূর্ব দিকে গমনকারী ব্যক্তি ঘড়ির কাঁটা ২৪ ঘণ্টা বা ১ দিন পিছিয়ে দেন এবং পশ্চিমগামী ব্যক্তি তাঁর ঘড়ির কাঁটা ১ দিন বা ২৪ ঘণ্টা বাড়িয়ে দেন।

পাঠ্যক্রম মূল্যায়ন-৩.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

- ১। মধ্যাহ্ন (Meridies) শব্দটি এসেছে শব্দ থেকে?
(ক) গ্রীক (খ) আরবী
(গ) ল্যাটিন (ঘ) জার্মান
- ২। বাংলাদেশের প্রমাণ সময় গ্রীনিচের সময় অপেক্ষা কত ঘণ্টা অগ্রগামী
(ক) ৬ ঘণ্টা (খ) ১২ ঘণ্টা
(গ) ১৫ ঘণ্টা (ঘ) ৮ ঘণ্টা
- ৩। আন্তর্জাতিক তারিখ রেখা কোন জলভাগের উপর দিয়ে কল্পনা করা হয়েছে?
(ক) ভারত মহাসাগর (খ) প্রশান্ত মহাসাগর
(গ) উত্তর মহাসাগর (ঘ) আটলান্টিক মহাসাগর
- ৪। প্রতি ১° দ্রাঘিমাঙ্কের পার্থক্যের জন্য সময়ের ব্যবধান হয়-
(ক) ৫ মিনিট (খ) ৪ মিনিট
(গ) ৩ মিনিট (ঘ) ২ মিনিট

পাঠ-৩.৫

পৃথিবীর আঙ্গিক গতি ও বার্ষিক গতি

Diurnal and Annual Motion of the Earth



উদ্দেশ্য

এই পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি-

- আঙ্গিক গতি ও বার্ষিক গতির সংজ্ঞা বলতে পারবেন এবং
- আঙ্গিক গতি ও বার্ষিক গতির কারণ ও ফলাফল ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



মুখ্য শব্দ

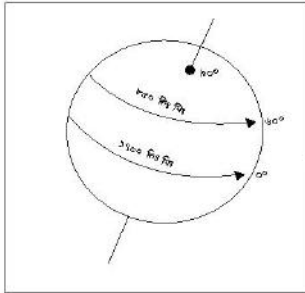
আঙ্গিক গতি ও বার্ষিক গতি।



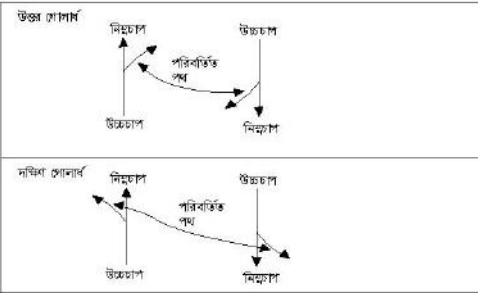
পৃথিবীর আঙ্গিক গতি

পৃথিবী সূর্যকে কেন্দ্র করে নিজ অক্ষে ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিনিট ৪ সেকেন্ড বা ২৪ ঘণ্টা সময়ে অনবরত পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে আবর্তন করছে। এই সময়কে সৌরদিন এবং আবর্তনকে আঙ্গিক গতি বা দৈনিক গতি বলা হয়। আঙ্গিক গতির মূল কারণ হলো-পৃথিবীর আবর্তন এবং পৃথিবীর আকৃতি। উল্লেখ্য, পৃথিবীর আকৃতি বর্তুলাকার হলেও উভয় মেরুতে কিছুটা চাপা ও নিরক্ষরেখা বরাবর কিছুটা স্ফীত। নিরক্ষরেখা বরাবর পৃথিবীর ব্যাস সর্বাপেক্ষা অধিক হওয়ায় এই অঞ্চলে আঙ্গিক গতির বেগও সর্বাপেক্ষা অধিক। এই বেগ প্রতি ঘণ্টায় প্রায় ১৭০০ কিলোমিটার (চিত্র- ৩.৫.১)। আঙ্গিক গতিবেগ ক্রমশ কমতে কমতে দুই মেরুর নিকটবর্তী স্থানে প্রায় স্তিমিত হয়ে যায়।

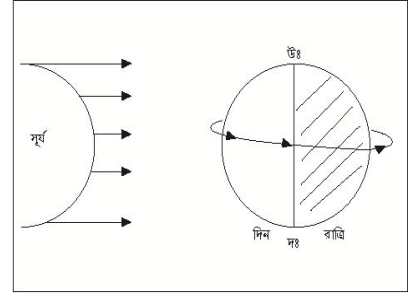
আঙ্গিক গতির ফলাফল



চিত্র ৩.৫.১ পৃথিবীর আঙ্গিক গতি



চিত্র ৩.৫.২ ফেরেলের কোরিওলিস সূত্রানুসারে সমুদ্রশ্রোত ও বায়ুপ্রবাহের দিক পরিবর্তন



চিত্র ৩.৫.৩ দিবা-রাত্রির সংঘটন

১. **দিবা-রাত্রির সংঘটন** : পৃথিবী সূর্যকে কেন্দ্র করে নিজ অক্ষে পশ্চিম হতে পূর্ব দিকে আবর্তনের দরুন আঙ্গিক গতি বা দিবা-রাত্রি সংঘটিত হয়। আবর্তনরত পৃথিবীর যে (চিত্র- ৩.৫.৩) অংশে সূর্যের আলো পড়ে সেই অংশ আলোকিত হয় অর্থাৎ সেই অংশে দিন এবং অপর অংশে অন্ধকারাচ্ছন্ন বা রাত থাকে।
২. **জোয়ার-ভাটা** : নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে আঙ্গিক গতির জন্য সমুদ্রে প্রতিদিন দুইবার জোয়ার ও দুইবার ভাটা হয়।
৩. **বায়ুপ্রবাহ ও সমুদ্রশ্রোতের সৃষ্টি** : ফেরেলের কোরিওলিস সূত্রানুসারে, আঙ্গিক গতির কারণে বায়ুপ্রবাহ ও সমুদ্রশ্রোত উত্তর গোলার্ধে ডানদিকে ও দক্ষিণ গোলার্ধে বাম দিকে বেঁকে প্রবাহিত হয় (চিত্র- ৩.৫.২)।

বার্ষিক গতি

পৃথিবী আপন অক্ষের চারিদিকে ২৪ ঘণ্টায় একবার আবর্তন করার পাশাপাশি পৃথিবী সূর্যকে কেন্দ্র করে ও নির্দিষ্ট কক্ষপথে সূর্যের চারিদিকে ৩৬৫ দিন ৫ ঘণ্টা ৪৮ মিনিট ৪৬ সেকেন্ড একবার আবর্তন করে। পৃথিবীর এইরূপ আবর্তনকে বার্ষিক গতি বলে। এবং আবর্তনের সময়কে সৌরবছর বলে। ৩৬৫ দিনে এক বছর গণনা করা হয় বলে প্রতি চার বছরে একদিন বাড়িয়ে ৩৬৬ দিনে বছর গণনা করা হয়। সেই বছর ফেব্রুয়ারি মাস ২৮ দিনের পরিবর্তে ২৯ দিনে ধরা হয়। এরূপ

বছরকে অধিবর্ষ (Leap Year) বলে। পৃথিবীর এই কক্ষপথের দৈর্ঘ্য ৯৩ কোটি ৮০ লক্ষ কিলোমিটার। পৃথিবী সূর্যকে পরিভ্রমণের সময় ৩রা জানুয়ারি পৃথিবী সূর্যের নিকটতম অবস্থানে (১৪ কোটি ৭০ লক্ষ কি.মি) এবং ৪ জুলাই সর্বাধিক দূরবর্তী অবস্থানে (১৫ কোটি ১০ লক্ষ কি.মি) থাকে। পৃথিবীর এইরূপ অবস্থানকে যথাক্রমে অনুসুর (Perihelion) ও অপসুর (Aphelion) বলে। বার্ষিক গতির গড় বেগ প্রতি ঘণ্টায় ১,০৭,০০০ কিলোমিটার।

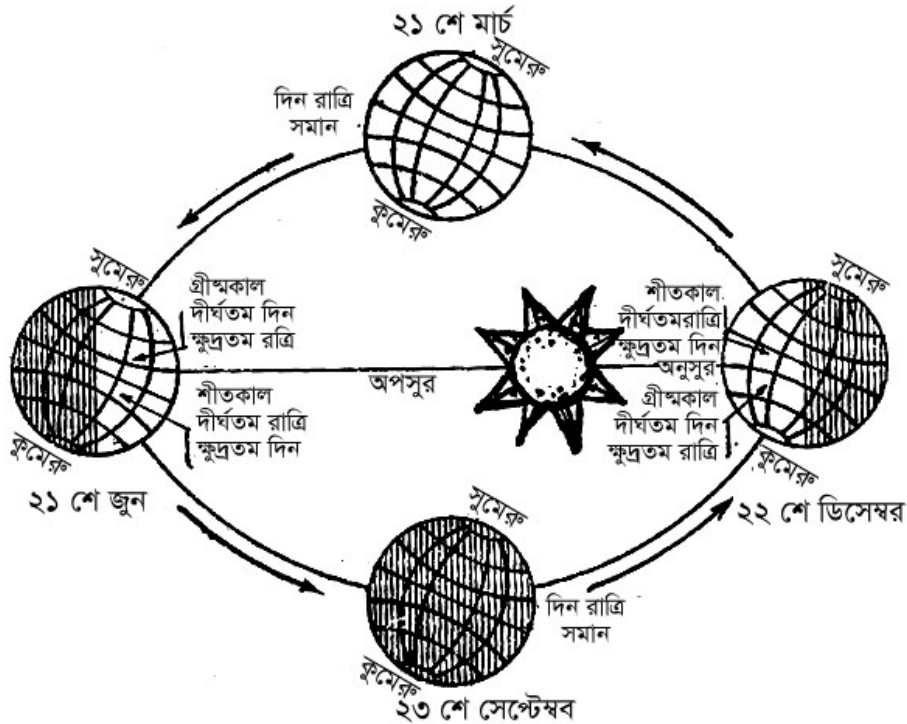
বার্ষিক গতির কারণ

বার্ষিক গতির কারণসমূহ নিম্নরূপ :

১. পৃথিবীর আকার অভিজাত গোলকের ন্যায়
২. সূর্যকে পরিভ্রমণের জন্য পৃথিবীর কক্ষপথটি উপবৃত্তাকার
৩. পৃথিবী নিজ কক্ষপথে (Orbit) ৬৬.৫° কোণে হেলে অবস্থান করছে। এবং
৪. পৃথিবী নিজ অক্ষ (Axis) ২৩.৫° কোণে হেলে অবস্থান করছে। (চিত্র নতুন বই ২.৫৪, Correction)।

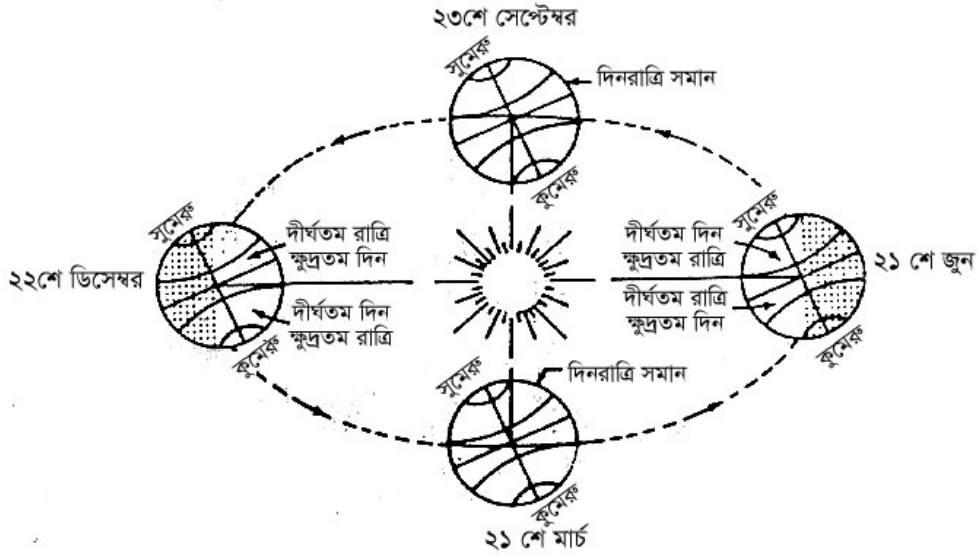
বার্ষিক গতির ফলাফল

বার্ষিক গতির প্রধান দুটি ফলাফল হলো দিবা-রাত্রির হ্রাস বৃদ্ধি এবং ঋতু পরিবর্তন। পৃথিবী সূর্যকে যে কক্ষপথে পরিভ্রমণ করে তার দৈর্ঘ্য ৯৩ কোটি ৮০ লক্ষ কিলোমিটার। এই কক্ষপথে পরিভ্রমণের সময় জানুয়ারি মাসে সূর্য পৃথিবীর নিকটতম অবস্থানে (১৪ কোটি ৭০ লক্ষ কিলোমিটার দূরত্ব) থাকে এবং ৪ জুলাই দূরবর্তী অবস্থানে (১৫ কোটি ২০ লক্ষ কিলোমিটার দূরত্ব) থাকে। পৃথিবী এবং সূর্যের এইরূপ অবস্থানকে যথাক্রমে অনুসুর (Perihelion) ও অপসুর (Aphelion) বলে। (চিত্র) সূর্যের চতুর্দিকে পৃথিবীর পরিভ্রমণের সময় পৃথিবী ২১ শে জুন তারিখে পৃথিবীর কক্ষপথের এমন এক স্থানে এসে পৌঁছে, যখন উত্তর মেরু সূর্যের দিকে সর্বাপেক্ষা বেশি (২৩.৫°) ঝুঁকে থাকে অর্থাৎ কর্কটক্রান্তি রেখায় সূর্য লম্বভাবে কিরণ দেয়। বিপরীতক্রমে এই সময়ে দক্ষিণ মেরু বা মকরক্রান্তিতে পৃথিবী সূর্য হতে সবচেয়ে বেশি দূরত্বে থাকে। যার দরুণ দেখা যায়, ২১ শে জুন উত্তর গোলার্ধে দিন সবচেয়ে বড় এবং রাত্রি সবচেয়ে ছোট হয় অপরদিকে দক্ষিণ গোলার্ধে, দিন সবচেয়ে ছোট এবং রাত্রি সবচেয়ে বড় হয়। এই সময় উত্তর গোলার্ধে গ্রীষ্মকাল এবং দক্ষিণ গোলার্ধে একই তারিখে অর্থাৎ ২১ শে জুন তারিখে ৬৬.৫° উত্তর অক্ষরেখা হতে উত্তর মেরু পর্যন্ত স্থানটিতে ২৪ ঘণ্টাই দিন থাকে এবং ৬৬.৫° দক্ষিণ অক্ষরেখা হতে দক্ষিণ মেরু পর্যন্ত স্থানটিতে ২৪ ঘণ্টাই রাত্রি থাকে (চিত্র- ৩.৫.৪)।



চিত্র ৩.৫.৪ পৃথিবীর পরিভ্রমণের জন্য দিবারাশির হ্রাস-বৃদ্ধি ও ঋতু পরিবর্তন

২১ শে জুনের পর পৃথিবী নিজকক্ষপথে পরিভ্রমণের সময় ক্রমশ উত্তর মেরুতে পৃথিবী সূর্য হতে দূরে যেতে থাকে এবং দক্ষিণমেরুতে পৃথিবী সূর্যের নিকট আসতে থাকে। অর্থাৎ উত্তর গোলার্ধে ধীরে ধীরে দিন ছোট হতে থাকে রাত্রি বড় হতে থাকে এবং দক্ষিণ গোলার্ধে উত্তর গোলার্ধের বিপরীত অবস্থা হয়। অর্থাৎ দক্ষিণ গোলার্ধে দিন বড় থাকে এবং রাত ছোট হতে থাকে। এভাবে পৃথিবী সূর্যের চতুর্দিকে পরিভ্রমণের সময় ২৩ শে সেপ্টেম্বর উভয় মেরুতে (উত্তর ও দক্ষিণ মেরু) সূর্য হতে পৃথিবীর দূরত্ব সমান থাকে। ফলে পৃথিবীর সর্বত্র ২৩ শে সেপ্টেম্বর দিন রাত্রি সমান থাকে। উত্তর গোলার্ধের ন্যায় একই কারণে দক্ষিণ গোলার্ধে ২২ শে ডিসেম্বর ৬৬.৫° দক্ষিণ অক্ষাংশ হতে দক্ষিণ মেরু পর্যন্ত ২৪ ঘণ্টাই দিন হয় এবং ৬৬.৫° উত্তর অক্ষাংশ হতে উত্তর মেরু পর্যন্ত ২৪ ঘণ্টাই রাত্রি হয়। পৃথিবীর এইরূপ পরিভ্রমণের সময় ২১ শে মার্চ তারিখে পূর্ণরায় ২৩ শে সেপ্টেম্বরের ন্যায় পৃথিবীর কক্ষপথের এমন এক স্থানে এসে পৌঁছে যখন উভয় মেরু সূর্য হতে সমান দূরে অবস্থান করে এবং পৃথিবীর সর্বত্র দিনরাত্রি সমান হয় (চিত্র- ৩.৫.৫)।



চিত্র ৩.৫.৫ পৃথিবীর পরিভ্রমণের জন্য ক্ষুদ্রতম ও দীর্ঘতম দিনরাত্রি

২১ শে সেপ্টেম্বর হতে ২১ শে মার্চ পর্যন্ত ছয় মাস দক্ষিণ মেরুতে অবিরত দিন এবং উত্তর মেরুতে অবিরত রাত্রি থাকে। এই সময়ে উত্তর গোলার্ধে বসন্ত কাল এবং দক্ষিণ গোলার্ধে শরৎকাল থাকে (চিত্র) তখন সবচেয়ে বড় দিনের পরিমাণ হয় ১৪ ঘণ্টা এবং বড় রাতের পরিমাণ হয় ১০ ঘণ্টা। ভূ-পৃষ্ঠের যে কোনো স্থানের দিবা-রাত্রির হ্রাস-বৃদ্ধি এবং সূর্য রশ্মির পতন কোণের পার্থক্যের জন্য বছরের বিভিন্ন সময়ে উভয় মেরুতে উষ্ণতার বা তাপমাত্রার পার্থক্য ঘটে। এগুলোর মূল কারণ আঙ্গিক গতি ও বার্ষিক গতি।

	শিক্ষার্থীর কাজ	শিক্ষার্থীরা দলগতভাবে দিবা-রাত্রির হ্রাস-বৃদ্ধির সাথে বার্ষিক গতির সম্পর্ক আলোচনা করবেন।
--	------------------------	--

সারসংক্ষেপ

আঙ্গিক গতির ফলে দিবা-রাত্রি সংঘটিত হয় এবং বার্ষিক গতির ফলে দিবা-রাত্রির হ্রাস-বৃদ্ধি এবং ঋতু পরিবর্তন হয়। ২৩.৫° উত্তর ও ২৩.৫° দক্ষিণ অক্ষাংশে সূর্য সর্বদা লম্বভাবে কিরণ দেয় এবং ২৩.৫° উত্তর ও ২৩.৫° দক্ষিণ অক্ষাংশ হতে উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু পর্যন্ত সূর্য কখনো লম্বভাবে কিরণ দেয় না। ২১ শে মার্চ এবং ২৩ শে সেপ্টেম্বর উভয় গোলার্ধে দিন এবং রাত্রি সমান থাকে। ২১ শে মার্চ উত্তর গোলার্ধে বসন্তকাল এবং দক্ষিণ গোলার্ধে শরৎকাল থাকে। ২১ শে জুন উত্তর গোলার্ধে দিন সবচেয়ে বড় এবং রাত্রি সবচেয়ে ছোট হয়। একই তারিখে দক্ষিণ গোলার্ধে বিপরীত অবস্থা হয়। ২২ শে ডিসেম্বর দক্ষিণ গোলার্ধে দিন সবচেয়ে ছোট এবং রাত্রি বড় হয় এবং উত্তর গোলার্ধে বিপরীত অবস্থা বিরাজ করে। এগুলোর মূল কারণ হলো আঙ্গিক গতি ও বার্ষিক গতি।
--



পাঠ্যক্রম মূল্যায়ন-৩.৫

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

- ১। কোন তারিখে উত্তর গোলার্ধে দিন সবচেয়ে বড় এবং রাত্রি সবচেয়ে ছোট হয়?
(ক) ২২ শে ডিসেম্বর (খ) ২১ শে মার্চ
(গ) ২১ শে জুন (ঘ) ২৩ শে সেপ্টেম্বর
- ২। সবচেয়ে বড় দিনের পরিমাণ কত?
(ক) ১০ ঘণ্টা (খ) ১২ ঘণ্টা
(গ) ১৪ ঘণ্টা (ঘ) ১৬ ঘণ্টা

পাঠ-৩.৬

জোয়ার ভাটা


Tide and Ebb



উদ্দেশ্য

এই পাঠ অধ্যয়ন শেষে আপনি-

- জোয়ার-ভাটার সংজ্ঞা বলতে পারবেন,
- জোয়ার-ভাটার কারণ বলতে পারবেন এবং
- জোয়ার-ভাটার শ্রেণিবিভাগ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

	মুখ্য শব্দ	জোয়ার ভাটা, মুখ্য জোয়ার, গৌণ জোয়ার, ভরা কটাল, মরা কটাল।
---	------------	--



জোয়ার-ভাটা

সমুদ্রের পানি নির্দিষ্ট সময় অন্তর এক স্থানে ফুলে ওঠে এবং এক স্থানে নেমে যায়। পানির এইরূপ ফুলে ওঠাকে জোয়ার (Tide or high tide) এবং নেমে যাওয়াকে ভাটা (Ebb or low tide) বলে। এক স্থানে প্রতিদিন দুইবার জোয়ার ও দুইবার ভাটা হয়। জোয়ার ভাটার মধ্যকার ব্যবধান প্রায় ১২ ঘণ্টা ১৩ মিনিট। জোয়ার-ভাটার স্থিতিকাল ৬ ঘণ্টা ৬ মিনিট ৩০ সেকেন্ড। সমুদ্রের মোহনা থেকে নদীগুলোর শ্রোতের বিপরীতে উজানে কয়েক কিলোমিটার পর্যন্ত জোয়ার-ভাটা অধিক হয়। সাধারণত সমুদ্রের মধ্যভাগ অপেক্ষা উপকূলের কাছে অগভীর অংশে জোয়ারের পানির উচ্চতা অধিক থাকে।

জোয়ার-ভাটার কারণ : জোয়ার-ভাটার প্রধান দুটি কারণ হলো-

(ক) মহাকর্ষ শক্তির প্রভাব এবং (খ) কেন্দ্রাতিগ/বহির্মুখী শক্তি।

মহাকর্ষ শক্তির প্রভাব (The Force of Gravitational Attraction) : মহাবিশ্বের সব পদার্থ একটি অপরটিকে আকর্ষণ করে। এ আকর্ষণকে মহাকর্ষ শক্তি বলে। এ কারণে পৃথিবী সর্বদা সূর্যের চারদিকে এবং চন্দ্র সর্বদা পৃথিবীর চারদিকে ঘুরছে। মহাকর্ষ শক্তি নিম্ন সূত্রানুযায়ী কাজ করে।

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} F &= \text{মহাকর্ষ শক্তি} \\ G &= \text{মহাকর্ষীয় ধ্রুবক} \\ d &= \text{দূরত্ব} \\ M_1 &= \text{পৃথিবীর ভর/আয়তন} \\ M_2 &= \text{চন্দ্রের ভর/আয়তন} \end{aligned}$$

কেন্দ্রাতিগ/বহির্মুখী শক্তি (Centrifugal Force) : কেন্দ্রাতিগ শক্তি হলো, কেন্দ্র থেকে চারদিকে নিক্ষিপ্ত হওয়ার প্রবণতা। পৃথিবী তার নিজ কক্ষপথে আবর্তন করছে। ফলে পৃষ্ঠ হতে পানি ও বায়ু ছিটকে যেতে চায়। এভাবে ছিটকে পড়ার প্রবণতাকে কেন্দ্রাতিগ শক্তি বলে। জোয়ার ভাটার সৃষ্টির ক্ষেত্রে কেন্দ্রাতিগ শক্তি একটি প্রধান শক্তি। পৃথিবী নিজ কক্ষ পথে ঘূর্ণনের সময় নিম্নোক্ত সূত্রানুযায়ী কেন্দ্রাতিগ শক্তি কাজ করে। যথা:

$$F_c = \frac{MV^2}{r}$$

এখানে,

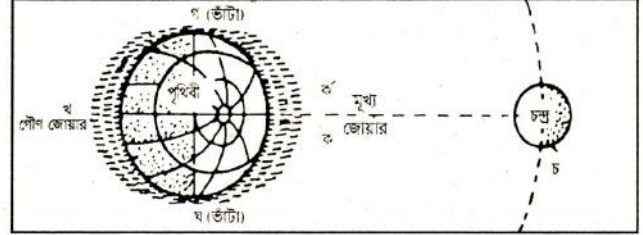
$$\begin{aligned} F_c &= \text{কেন্দ্রাবিমুখী শক্তি/কেন্দ্রাতিগ শক্তি} \\ M &= \text{পৃথিবীর ভর} \\ V &= \text{পৃথিবীর গতিবেগ} \\ r &= \text{পৃথিবীর ব্যাসার্ধ} \end{aligned}$$

জোয়ার-ভাটার শ্রেণিবিভাগ (Classification of Tides) : জোয়ার-ভাটাকে নিম্নলিখিত চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে ; যথা :

১. মুখ্য জোয়ার
২. গৌণ জোয়ার
৩. ভরা কটাল
৪. মরা কটাল।

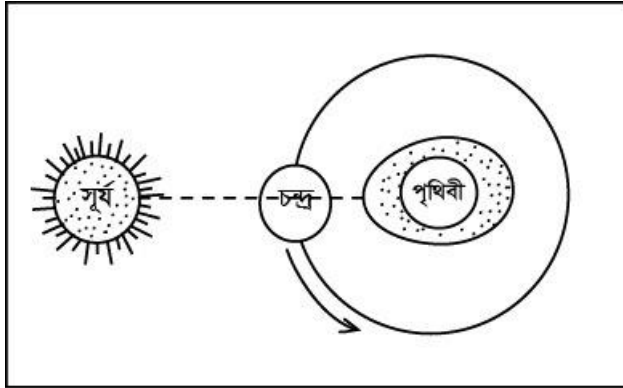
মুখ্য জোয়ার (Primary Tide) : প্রধানত চন্দ্রের আকর্ষণেই জোয়ার-ভাটা সংঘটিত হয়। চন্দ্র পৃথিবীর চারদিকে সর্বদা ঘুরছে। আবর্তনকালে পৃথিবীর যে অংশ চন্দ্রের নিকটবর্তী সেখানে চন্দ্রের আকর্ষণ সর্বাপেক্ষা বেশি হয়। ফলে চারদিক হতে পানি এসে চন্দ্রের দিকে ফুলে ওঠে এবং জোয়ার হয়। এরূপে সৃষ্ট জোয়ারকে মুখ্য জোয়ার বা প্রত্যক্ষ জোয়ার বা Primary Tide বলে।

গৌণ জোয়ার (Secondary Tide) : পৃথিবীর যে পাশে চন্দ্র আকর্ষণ করে তার বিপরীত দিকে পৃথিবীকে চন্দ্রের আকর্ষণ শক্তির প্রভাব অপেক্ষাকৃত কম। আবার পানির নিম্নের কঠিন স্থলভাগ যা পৃথিবীর সাথে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ। ফলে তার ওপর চন্দ্রের আকর্ষণ কেন্দ্র স্থলের আকর্ষণেরই সমান এবং বিপরীত দিকের জলরাশি অপেক্ষা স্থলভাগ চন্দ্রের দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। এই সময় চন্দ্রের বিপরীত দিকের জলরাশির ওপর মহাকর্ষণ শক্তির প্রভাব কমে যায় এবং কেন্দ্রাতিগ শক্তির সৃষ্টি হয়। এতে চারদিক হতে পানি ঐ স্থানে এসে জোয়ারের সৃষ্টি করে। এভাবে চন্দ্রের বিপরীত দিকে যে জোয়ার হয় তাকে গৌণ জোয়ার বা পরোক্ষ জোয়ার বা Secondary Tide বলে (চিত্র- ৩.৬.১)।

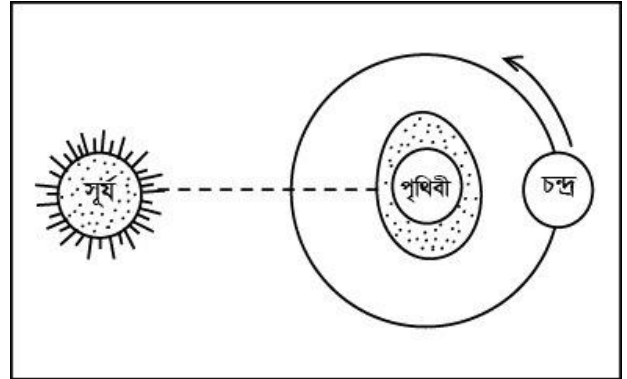


চিত্র ৩.৬.১ জোয়ার ভাটা (মুখ্য জোয়ার ও গৌণ জোয়ার)

ভরা কটাল বা তেজ কটাল (Spring Tide) : অমাবস্যায় চন্দ্র ও সূর্য পৃথিবীর একই দিকে সমান্তরালভাবে অবস্থান করে (চিত্র- ৩.৬.২) এবং উভয়ের মিলিত শক্তিতে আকর্ষণ প্রবল হয় এবং পানি বেশি ফুলে ওঠে। এই ধরনের জোয়ারকে ভরা কটাল বা তেজ কটাল (Spring Tide) বলে। অপরদিকে পূর্ণিমা তিথিতে পৃথিবীর একদিকে সূর্য এবং অন্যদিকে চন্দ্র একই সমান্তরালে অবস্থান করে (চিত্র- ৩.৬.৩) এবং চন্দ্রের আকর্ষণে যেখানে মুখ্য জোয়ার হয়, সেখানেই সূর্যের আকর্ষণে গৌণ জোয়ার হয়। আবার চন্দ্রের বিপরীত দিকে যেখানে তার আকর্ষণে গৌণ জোয়ার হয়। অর্থাৎ পূর্ণিমা তিথিতে উভয় বিপরীত স্থানেই জোয়ারের বেগ সর্বাধিক হয়। একেও ভরা কটাল বা তেজ কটাল (Spring Tide) বলে।

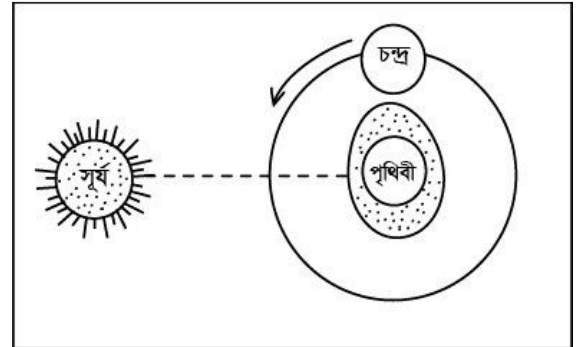


চিত্র ৩.৬.২ অমাবস্যা তিথিতে ভরা কটাল




চিত্র ৩.৬.৩ পূর্ণিমা তিথিতে ভরা কটাল

মরা কটাল (Neap Tide) : অষ্টমী ও একবিংশ তিথিতে চন্দ্র ও সূর্য সমান্তরাল না থেকে উভয়ই পৃথিবীর সাথে এক সমকোণে থেকে পৃথিবীকে আকর্ষণ করে (চিত্র- ৩.৬.৪)। তখন চন্দ্রের আকর্ষণে যেখানে জোয়ার হয় সূর্যের আকর্ষণে সেখানে ভাটা হয়। সূর্যের আকর্ষণের কারণে চন্দ্রের দিকে পানি অধিক স্ফীত হতে পারে না। এই ধরনের জোয়ারকে মরা জোয়ার বা মরা কটাল (Neap Tide) বলে।



চিত্র ৩.৬.৪ মরা কটাল

	শিক্ষার্থীর কাজ	সমুদ্র উপকূলবর্তী দেশসমূহে জোয়ার-ভাটার প্রভাবসমূহের তালিকা তৈরি করুন।
---	------------------------	--

সারসংক্ষেপ

মহাকর্ষ শক্তি এবং কেন্দ্রাতিগ শক্তির কারণে সমুদ্রের পানি নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে একই জায়গায় ফুলে ওঠে আবার অন্য সময় নেমে যায়। সমুদ্রের পানির এইরূপ ফুলে ওঠাকে জোয়ার এবং নেমে যাওয়াকে ভাটা বলে। জোয়ার-ভাটাকে প্রধান চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা- মুখ্য জোয়ার, গৌণ জোয়ার, ভরা কটাল ও মরা কটাল।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৬

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

- ১। ভরা কটাল (Spring Tide) কখন হয়?

(ক) অমাবস্যা ও পূর্ণিমা তিথিতে	(খ) ঘূর্ণিঝড়ের সময়
(গ) বর্ষার সময়	(ঘ) বন্যার সময়
- ২। কোন সময়ে চন্দ্র, সূর্য ও পৃথিবী সমকোণে অবস্থান করে?

(ক) ভরা কটালের সময়	(খ) মরা কটালের সময়
(গ) মুখ্য জোয়ারের সময়	(ঘ) পূর্ণিমার সময়

উত্তরমালা :

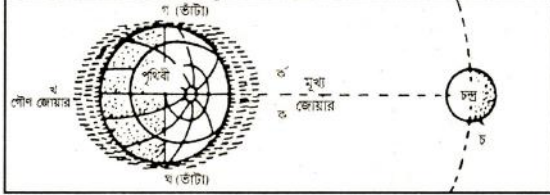
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.১	ঃ	১। ঘ	২। গ	৩। ঘ	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.২	ঃ	১। খ	২। গ	৩। ক	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.৩	ঃ	১। গ	২। গ	৩। গ	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.৪	ঃ	১। গ	২। ক	৩। খ	৪। খ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.৫	ঃ	১। গ	২। গ		



চূড়ান্ত মূল্যায়ন

কাঠামোবদ্ধ (সৃজনশীল) প্রশ্ন

১। নিম্নের চিত্রটি লক্ষ করুন এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।



- | | |
|--|---|
| (ক) উপরের চিত্রটি কীসের? | ১ |
| (খ) জোয়ার-ভাটার কারণ কী? | ২ |
| (গ) সূত্র উল্লেখপূর্বক জোয়ার-ভাটার কারণসমূহ ব্যাখ্যা করুন। | ৩ |
| (ঘ) চন্দ্র ও সূর্যের অবস্থানের জন্য জোয়ার-ভাটাকে চারটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়েছে- বিশ্লেষণ করুন। | ৪ |