The Earth / पृथ्वी

Origin, Shape, and Size • उत्पत्ति, आकार और माप

1. Origin of the Earth / पृथ्वी की उत्पत्ति

The Solar Nebula Hypothesis: Earth formed around 4.54 billion years ago from a giant, rotating cloud of gas and dust called the Solar Nebula.

सौर निहारिका परिकल्पना: पृथ्वी का निर्माण लगभग 4.54 अरब वर्ष पहले गैस और धूल के एक विशाल, घूमते हुए बादल से हुआ था, जिसे सौर निहारिका (Solar Nebula) कहा जाता है।

Accretion: Gravity pulled heavier materials to the center to form the Sun. In the cooler outer rings, small particles collided and clumped together over millions of years to form the Earth.

विवृद्धि (Accretion): गुरुत्वाकर्षण ने भारी पदार्थों को केंद्र में खींचकर सूर्य का निर्माण किया। बाहरी ठंडे छल्लों में, छोटे कण लाखों वर्षों में आपस में टकराकर पृथ्वी के रूप में जुड़ गए।

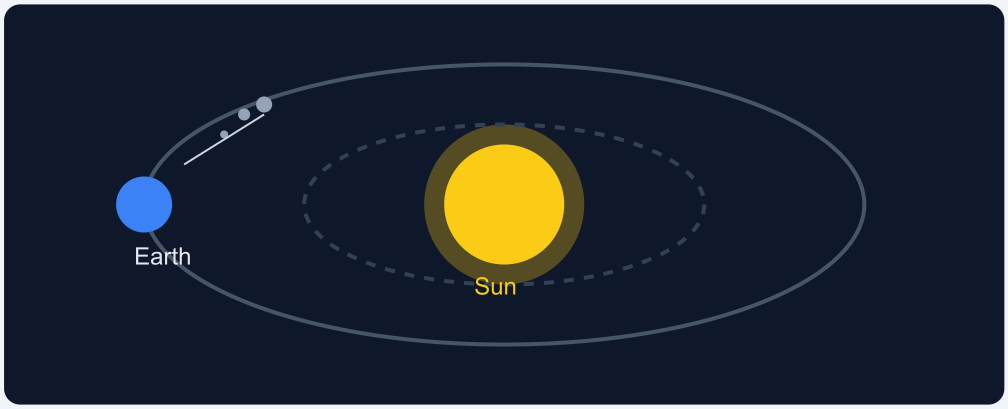


Figure 1: Earth forming from the Solar Nebula / सौर निहारिका से पृथ्वी का निर्माण

2. Shape of the Earth / पृथ्वी का आकार

Oblate Spheroid: Earth is not a perfect sphere. Its true shape is an *oblate spheroid* (slightly squashed).

लघ्वक्ष गोलाभ: पृथ्वी एक पूर्ण गोला नहीं है। इसका वास्तविक आकार *चपटा गोलाकार* (Oblate Spheroid) है।

Bulge and Flattening: Because Earth spins rapidly on its axis, centrifugal force pushes the equator outward (Equatorial Bulge) and flattens the poles (Polar Flattening).

उभार और चपटापन: चूँकि पृथ्वी अपनी धुरी पर तेजी से घूमती है, अपकेंद्रीय बल भूमध्य रेखा को बाहर की ओर धकेलता है (भूमध्यरेखीय उभार) और ध्रुवों को चपटा कर देता है (ध्रुवीय चपटापन)।

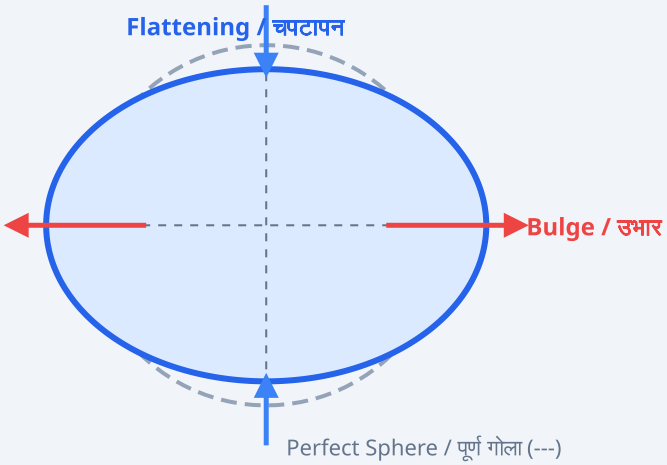


Figure 2: The Oblate Spheroid (Exaggerated for clarity) / लघ्वक्ष गोलाभ (स्पष्टता के लिए बढ़ा-चढ़ाकर दिखाया गया है)

3. Size of the Earth / पृथ्वी का परिमाण (माप)

Due to its shape, Earth is wider at the equator than it is from pole to pole. The equatorial diameter is exactly 42 kilometers longer than the polar diameter.

अपने आकार के कारण, पृथ्वी ध्रुवों की तुलना में भूमध्य रेखा पर अधिक चौड़ी है। भूमध्यरेखीय व्यास ध्रुवीय व्यास से ठीक 42 किलोमीटर लंबा है।

Measurement (माप)	At the Equator (भूमध्य रेखा पर)	At the Poles (ध्रुवों पर)
Diameter (व्यास)	12,756 km	12,714 km
Radius (त्रिज्या)	6,378 km	6,357 km
Circumference (परिधि)	40,075 km	40,008 km

4. Latitudes and Longitudes / अक्षांश और देशांतर (भौगोलिक ग्रिड)

Latitudes (Parallels): Horizontal lines circling the Earth parallel to the Equator (0°). They measure the angular distance North or South, up to 90°N (North Pole) and 90°S (South Pole).

अक्षांश (समानांतर रेखाएं): भूमध्य रेखा (0°) के समानांतर पृथ्वी का चक्कर लगाने वाली क्षैतिज रेखाएं। ये उत्तर या दक्षिण की कोणीय दूरी को मापती हैं, 90°N (उत्तरी ध्रुव) और 90°S (दक्षिणी ध्रुव) तक।

Longitudes (Meridians): Vertical lines running from the North Pole to the South Pole. They measure the angular distance East or West of the Prime Meridian (0°), up to 180°.

देशांतर (याम्योत्तर): उत्तरी ध्रुव से दक्षिणी ध्रुव तक चलने वाली लंबवत रेखाएं। ये प्रधान याम्योत्तर (Prime Meridian - 0°) से पूर्व या पश्चिम की कोणीय दूरी को मापती हैं, 180° तक।

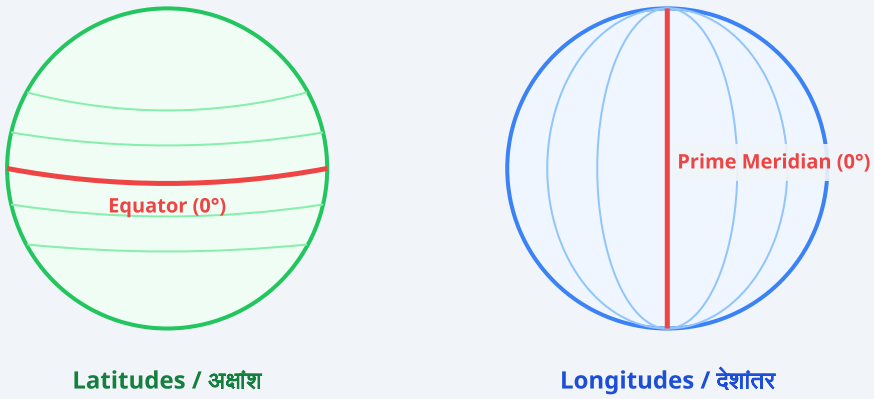


Figure 3: The Geographic Grid / भौगोलिक ग्रिड

5. The Concept of Time / समय की अवधारणा

The Math Behind Time Zones: Earth completes one full rotation (360°) in 24 hours.
• 360° ÷ 24 hours = **15° per hour**.
• 60 minutes ÷ 15° = **4 minutes per degree** of longitude.

समय क्षेत्रों का गणित: पृथ्वी 24 घंटे में एक पूरा चक्कर (360°) लगाती है।
• 360° ÷ 24 घंटे = **15° प्रति घंटा**।
• 60 मिनट ÷ 15° = देशांतर के **प्रति 1° पर 4 मिनट** का अंतर आता है।

Because Earth rotates from West to East, places East of the Greenwich Prime Meridian (GMT) see the sunrise first.
• **Going East (EGA - East Gain Add):** Add 1 hour for every 15° you move East.
• **Going West (WLS - West Lose Subtract):** Subtract 1 hour for every 15° you move West.

चूँकि पृथ्वी पश्चिम से पूर्व की ओर घूमती है, ग्रीनविच (GMT) के पूर्व में स्थित स्थानों पर सूर्योदय पहले होता है।
• **पूर्व की ओर (EGA):** पूर्व की ओर प्रत्येक 15° जाने पर समय में 1 घंटा जोड़ें (Gain)।
• **पश्चिम की ओर (WLS):** पश्चिम की ओर प्रत्येक 15° जाने पर समय में 1 घंटा घटाएं (Lose)।

6. The International Date Line (IDL) / अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा

The IDL roughly follows the 180° meridian in the Pacific Ocean. It is **zig-zagged** to avoid splitting a single country or island group into two different calendar days.

IDL मोटे तौर पर प्रशांत महासागर में 180° देशांतर का अनुसरण करती है। किसी एक देश या द्वीप समूह को दो अलग-अलग दिनों में विभाजित होने से बचाने के लिए इसका आकार **ज़िग-ज़ैग (टेढ़ा-मेढ़ा)** रखा गया है।

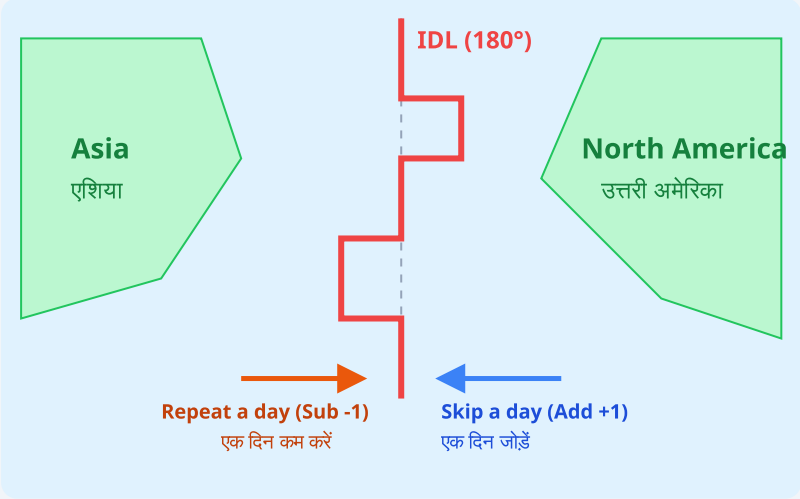


Figure 4: The Zig-Zag Path of the IDL / अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा का ज़िग-ज़ैग आकार

Crossing the Line:
• Travelling **West to East** (e.g., Japan to USA): You **repeat a day** (subtract a day from your calendar).
• Travelling **East to West** (e.g., USA to Japan): You **skip a day** (add a day to your calendar).

रेखा पार करना:
• **पश्चिम से पूर्व** की ओर जाने पर (जैसे जापान से अमेरिका): एक **दिन दोहराया जाता है** (कैलेंडर से एक दिन घटाएं)।
• **पूर्व से पश्चिम** की ओर जाने पर (जैसे अमेरिका से जापान): एक **दिन छोड़ दिया जाता है** (कैलेंडर में एक दिन जोड़ें)।

7. Earth's Dynamics / पृथ्वी की गतियाँ

1. Rotation (Spinning): Earth rotates on its axis from West to East in approximately 24 hours.
• *Effects:* Causes **Day and Night**, ocean tides, and the Coriolis force (which deflects winds).

1. घूर्णन (परिभ्रमण): पृथ्वी अपने अक्ष पर पश्चिम से पूर्व की ओर लगभग 24 घंटे में घूमती है।
• *प्रभाव:* इसके कारण **दिन और रात** होते हैं, ज्वार-भाटा आता है, और कोरिओलिस बल उत्पन्न होता है (जो हवाओं की दिशा मोड़ता है)।

2. Revolution (Orbiting): Earth travels around the Sun in an elliptical orbit, taking 365.25 days.
• *Effects:* Combined with Earth's axial tilt of 23.5°, revolution causes the change of **Seasons**.

2. परिक्रमण (Revolution): पृथ्वी एक अंडाकार कक्षा में सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाती है, जिसमें 365.25 दिन लगते हैं।
• *प्रभाव:* पृथ्वी के 23.5° अक्षीय झुकाव के साथ मिलकर, यह गति **ऋतु परिवर्तन** (Seasons) का कारण बनती है।

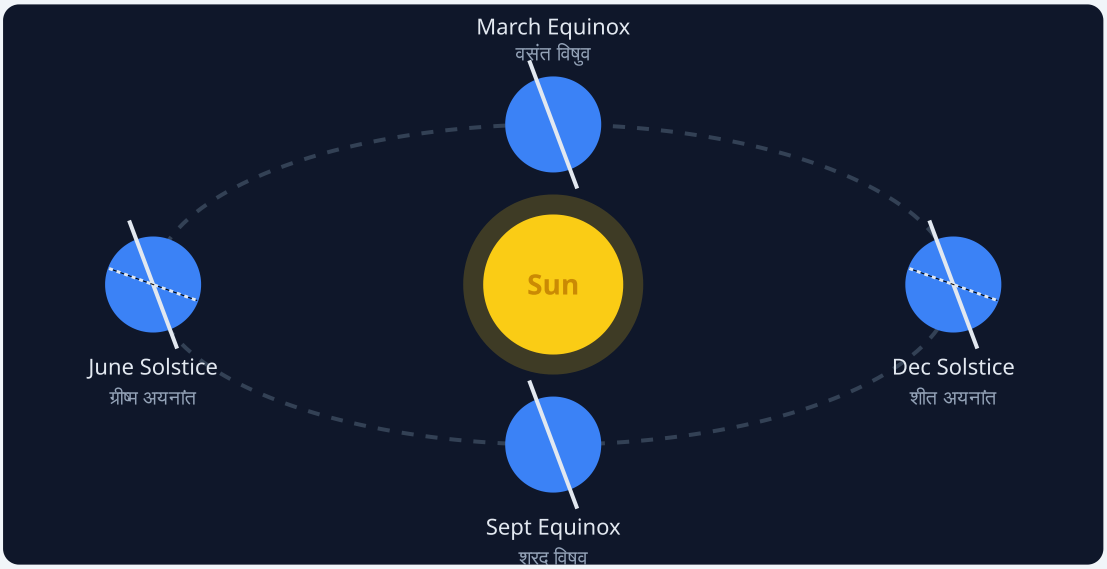


Figure 5: Earth's Revolution and the Seasons / पृथ्वी का परिक्रमण और ऋतुएं

8. Lithosphere: Rocks and Weathering / स्थलमंडल: चट्टानें और अपक्षय

1. Igneous Rocks: Formed directly from the cooling and solidification of magma or lava. Known as primary rocks. (e.g., Granite, Basalt).

1. आग्नेय चट्टानें (Igneous): मैग्मा या लावा के ठंडे और ठोस होने से सीधे बनती हैं। इन्हें प्राथमिक चट्टानें कहा जाता है। (जैसे- ग्रेनाइट, बेसाल्ट)।

2. Sedimentary Rocks: Formed by the accumulation, compaction, and lithification of sediments over time. These often contain fossils. (e.g., Sandstone, Limestone).

2. अवसादी चट्टानें (Sedimentary): समय के साथ अवसादों (कणों) के जमा होने और दबने से बनती हैं। इनमें अक्सर जीवाश्म (fossils) पाए जाते हैं। (जैसे- बलुआ पत्थर, चूना पत्थर)।

3. Metamorphic Rocks: Pre-existing rocks that have been altered by extreme heat and pressure over a long period. (e.g., Marble from limestone).

3. कायांतरित चट्टानें (Metamorphic): अत्यधिक ताप और दबाव के कारण पहले से मौजूद चट्टानों के रूप में बदलाव से बनती हैं। (जैसे- चूना पत्थर से संगमरमर)।

Weathering: The breaking down of rocks at Earth's surface.
• *Mechanical:* Physical breakdown without chemical change (e.g., frost wedging).
• *Chemical:* Minerals react with water, oxygen, or acids (e.g., rusting/oxidation).

अपक्षय (Weathering): पृथ्वी की सतह पर चट्टानों का टूटना।
• *भौतिक:* रासायनिक परिवर्तन के बिना चट्टान का टूटना (जैसे- पाले/बर्फ के कारण)।
• *रासायनिक:* खनिजों का पानी, ऑक्सीजन या एसिड के साथ प्रतिक्रिया करना (जैसे- ऑक्सीकरण/जंग)।

9. Natural Phenomena / प्राकृतिक घटनाएं (भूकंप और ज्वालामुखी)

Earthquakes: Sudden shaking of the Earth's crust caused by the release of energy along tectonic fault lines.
• **Focus (Hypocenter):** The exact point inside the Earth where the earthquake originates.
• **Epicenter:** The point on the Earth's surface directly above the focus. It experiences the most damage.

भूकंप (Earthquakes): टेक्टोनिक प्लेटों के खिसकने से ऊर्जा निकलने के कारण पृथ्वी की पपड़ी (क्रस्ट) का अचानक हिलना।
• **उद्गम केंद्र (Focus):** पृथ्वी के अंदर वह सटीक बिंदु जहां से भूकंप उत्पन्न होता है।
• **अधिकेंद्र (Epicenter):** सतह पर उद्गम केंद्र के ठीक ऊपर का बिंदु। यहाँ सबसे अधिक नुकसान होता है।

Volcanoes: Openings (vents) in the Earth's crust through which molten rock (magma), gases, and ash erupt to the surface (becoming lava). They are mostly found at tectonic plate boundaries.

ज्वालामुखी (Volcanoes): पृथ्वी की पपड़ी में दरार या छिद्र जिससे पिघली हुई चट्टान (मैग्मा), गैसें और राख सतह पर फट कर निकलते हैं (और लावा बन जाते हैं)। ये मुख्य रूप से प्लेट सीमाओं पर पाए जाते हैं।

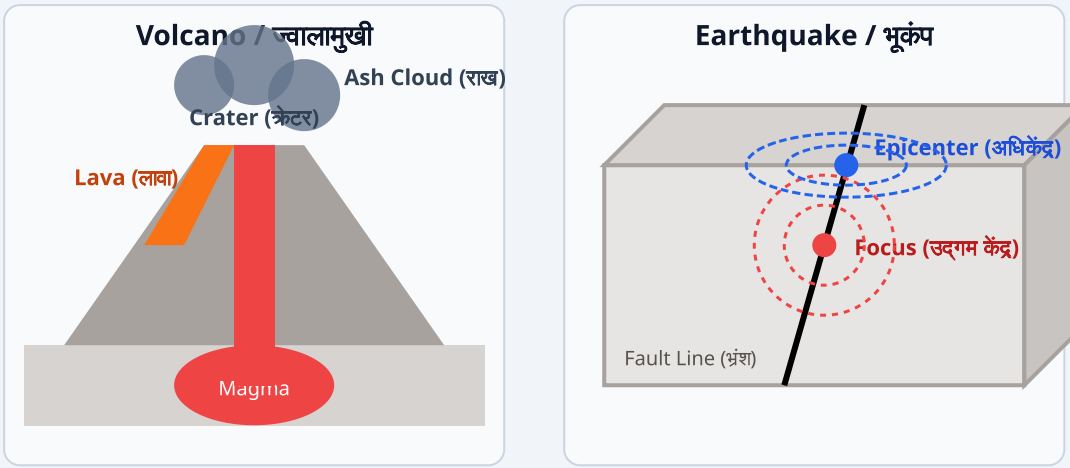


Figure 6: Anatomy of a Volcano and an Earthquake / ज्वालामुखी और भूकंप की संरचना

10. Climatology: The Atmosphere / जलवायु विज्ञान: वायुमंडल

Composition: Nitrogen (78%), Oxygen (21%), Argon (0.93%), Carbon Dioxide (0.04%).
Structure:

- **Troposphere:** Lowest layer (0-12 km). All weather phenomena occur here.
- **Stratosphere:** Contains the **Ozone Layer** (absorbs UV rays). Ideal for flying jet aircraft.
- **Mesosphere:** Coldest layer. Meteors burn up here.
- **Thermosphere (Ionosphere):** Reflects radio waves back to Earth.
- **Exosphere:** Outermost layer merging into space.

संगठन: नाइट्रोजन (78%), ऑक्सीजन (21%), आर्गन (0.93%), कार्बन डाइऑक्साइड (0.04%)।
संरचना:

- **क्षोभमंडल (Troposphere):** सबसे निचली परत। सभी मौसमी घटनाएं यहीं होती हैं।
- **समताप मंडल (Stratosphere):** इसमें **ओजोन परत** होती है (UV किरणों को रोकती है)। जेट विमानों के लिए आदर्श।
- **मध्यमंडल (Mesosphere):** सबसे ठंडी परत। उल्कापिंड यहीं जलते हैं।
- **बाह्य वायुमंडल (Thermosphere):** रेडियो तरंगों को परावर्तित करता है।
- **बहिर्मंडल (Exosphere):** सबसे बाहरी परत।



Figure 7: Structure of the Atmosphere / वायुमंडल की संरचना

📝 NDA Previous Year Questions (PYQs):

- *In which layer of the atmosphere is the ozone layer found?* **Ans: Stratosphere (समताप मंडल).**
- *Which layer of the atmosphere reflects radio waves?* **Ans: Ionosphere / Thermosphere (आयनमंडल).**

11. Weather Elements: Pressure and Planetary Winds / मौसम के तत्व: वायुदाब और हवाएं

Moves from High (Cold/Sinking air) to Low (Hot/Rising air). Flow constantly throughout the year. • Blow from Sub-tropical High to Equatorial Low (East to West). • Blow from Sub-tropical High to Sub-polar Low (West to East). Very strong in the Southern Hemisphere ("Roaring Forties", "Furious Fifties"). • Blow from Polar High to Sub-polar Low. **Atmospheric Pressure:**
Planetary Winds:
Trade Winds:
Westerlies:
Polar Easterlies:

उच्च (ठंडी/गिरती हवा) से निम्न (गर्म/उठती हवा) की ओर चलता है। जो साल भर लगातार चलती हैं। • उपोष्ण उच्च दाब से विषुवतीय निम्न दाब की ओर। • उपोष्ण उच्च से उपध्रुवीय निम्न की ओर। दक्षिणी गोलार्ध में बहुत तेज होती हैं ("गरजता चालीसा", "प्रचंड पचासा")। • ध्रुवीय उच्च से उपध्रुवीय निम्न की ओर। **वायुमंडलीय दबाव:**
ग्रहीय पवनें (Planetary Winds):
व्यापारिक पवनें (Trade Winds):
पछुआ पवनें (Westerlies):
ध्रुवीय पवनें (Polar Easterlies):

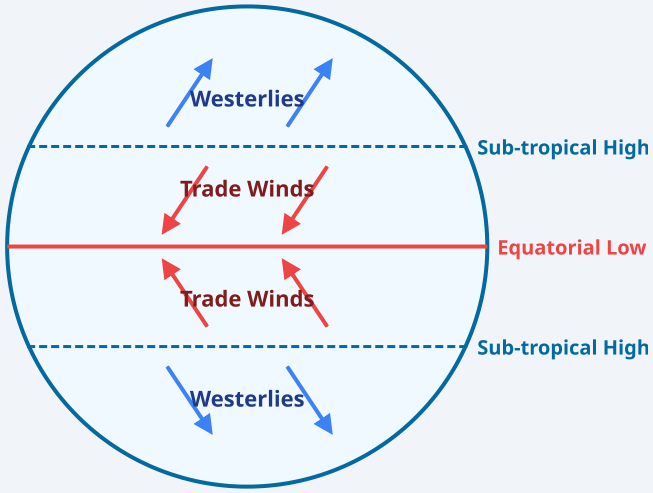


Figure 8: Planetary Wind Systems / ग्रहीय पवन प्रणालियाँ

📝 NDA Previous Year Questions (PYQs):

- *"Roaring Forties" and "Furious Fifties" are related to?* **Ans: Westerlies in the Southern Hemisphere.**
- *Wind blowing from Sub-tropical High to Equatorial Low?* **Ans: Trade Winds (व्यापारिक पवनें).**

12. Extreme Weather: Cyclones and Anti-cyclones / चरम मौसम: चक्रवात और प्रतिचक्रवात

Cyclones: Areas of **Low (L) pressure** at the center. Winds blow *inward*.
• Direction: **Counter-clockwise** in Northern Hemisphere, Clockwise in Southern Hemisphere. Bring rain and storms.

चक्रवात (Cyclones): केंद्र में **निम्न दाब (Low Pressure)** वाले क्षेत्र। हवाएँ अंदर की ओर चलती हैं।
• दिशा: उत्तरी गोलार्ध में **वामावर्त (Anti-clockwise)**, दक्षिणी गोलार्ध में दक्षिणावर्त। ये बारिश और तूफान लाते हैं।

Anti-cyclones: Areas of **High (H) pressure** at the center. Winds blow *outward*.
• Direction: **Clockwise** in Northern Hemisphere. Bring clear skies and calm weather.

प्रतिचक्रवात (Anti-cyclones): केंद्र में **उच्च दाब (High Pressure)** वाले क्षेत्र। हवाएँ बाहर की ओर चलती हैं।
• दिशा: उत्तरी गोलार्ध में **दक्षिणावर्त (Clockwise)**। ये साफ आसमान और शांत मौसम लाते हैं।

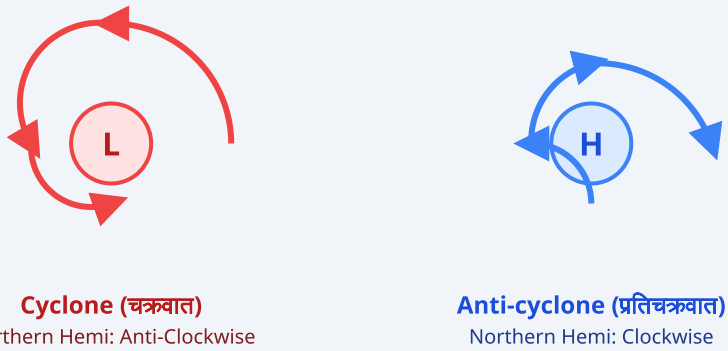


Figure 9: Cyclone vs Anticyclone (Northern Hemisphere) / चक्रवात और प्रतिचक्रवात (उत्तरी गोलार्ध)

📝 NDA Previous Year Questions (PYQs):

- *What is the direction of winds in a cyclone in the Northern Hemisphere?* **Ans: Anti-clockwise (वामावर्त).**
- *A high-pressure center with outward blowing winds is called?* **Ans: Anticyclone (प्रतिचक्रवात).**

13. Moisture: Humidity and Precipitation / नमी और वर्षा

Humidity: The amount of water vapor present in the air. *Relative Humidity* is highest near the equator.
Condensation: The process of water vapor turning into liquid water (clouds, fog, dew).
Types of Precipitation (Rainfall):
• *Convectional:* Daily afternoon rain in equatorial regions due to intense heating.
• *Orographic:* Rain caused by mountains forcing moist air upward (e.g., Western Ghats).
• *Cyclonic/Frontal:* Caused when cold and warm air masses meet.

आर्द्रता (Humidity): हवा में मौजूद जलवाष्प की मात्रा। भूमध्य रेखा के पास सापेक्ष आर्द्रता सबसे अधिक होती है।
संघनन (Condensation): जलवाष्प का तरल पानी (बादल, कोहरा, ओस) में बदलना।
वर्षा के प्रकार:
• *संवहनीय वर्षा:* अत्यधिक गर्मी के कारण भूमध्यरेखीय क्षेत्रों में रोज़ दोपहर की बारिश।
• *पर्वतीय वर्षा (Orographic):* पहाड़ों द्वारा नम हवा को ऊपर धकेलने से होने वाली बारिश (जैसे पश्चिमी घाट)।
• *चक्रवाती/वाताग्री वर्षा:* ठंडी और गर्म हवा के द्रव्यमान के मिलने से होती है।

14. Oceanography: Currents and Tides / समुद्र विज्ञान: जलधाराएँ और ज्वार-भाटा

Ocean Currents: Continuous, directed movements of ocean water.
• *Warm Currents:* Flow from Equator to Poles (e.g., Gulf Stream, Kuroshio).
• *Cold Currents:* Flow from Poles to Equator (e.g., Canary, Labrador, Oyashio).
Note: Areas where warm and cold currents meet are the best fishing grounds in the world.

समुद्री जलधाराएँ: समुद्र के पानी का निरंतर, निर्देशित प्रवाह।
• *गर्म जलधाराएँ:* भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर बहती हैं (जैसे- गल्फ स्ट्रीम, कुरोशियो)।
• *ठंडी जलधाराएँ:* ध्रुवों से भूमध्य रेखा की ओर बहती हैं (जैसे- लैब्राडोर, ओयाशियो)।
नोट: जहां गर्म और ठंडी जलधाराएँ मिलती हैं, वे दुनिया के सबसे अच्छे मछली पकड़ने वाले क्षेत्र होते हैं।

Tides: The rhythmic rise and fall of ocean water caused by the **gravitational pull of the Moon and the Sun**.
• *Spring Tides:* Highest tides. Occur during Full Moon and New Moon when Earth, Sun, and Moon are in a straight line.
• *Neap Tides:* Lowest tides. Occur when the Sun and Moon form a right angle (90°) with the Earth.

ज्वार-भाटा (Tides): चंद्रमा और सूर्य के गुरुत्वाकर्षण खिंचाव के कारण समुद्र के पानी का लयबद्ध रूप से ऊपर उठना और नीचे गिरना।
• *वृहद ज्वार (Spring Tides):* सबसे ऊंचे ज्वार। पूर्णिमा और अमावस्या को आते हैं जब पृथ्वी, सूर्य और चंद्रमा एक सीधी रेखा में होते हैं।
• *लघु ज्वार (Neap Tides):* सबसे निचले ज्वार। तब आते हैं जब सूर्य और चंद्रमा पृथ्वी के साथ समकोण (90°) बनाते हैं।

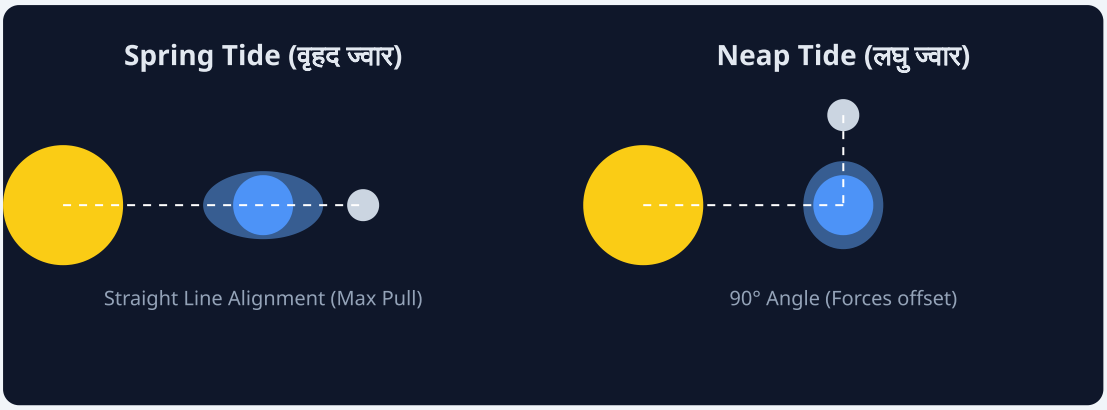


Figure 10: Formation of Spring and Neap Tides / वृहद और लघु ज्वार का निर्माण

📝 NDA Previous Year Questions (PYQs):

- *Spring tides occur on which days?* **Ans: Full Moon and New Moon (पूर्णिमा और अमावस्या).**
- *Tides in the oceans are caused by?* **Ans: Gravitational pull of the Sun and the Moon.**