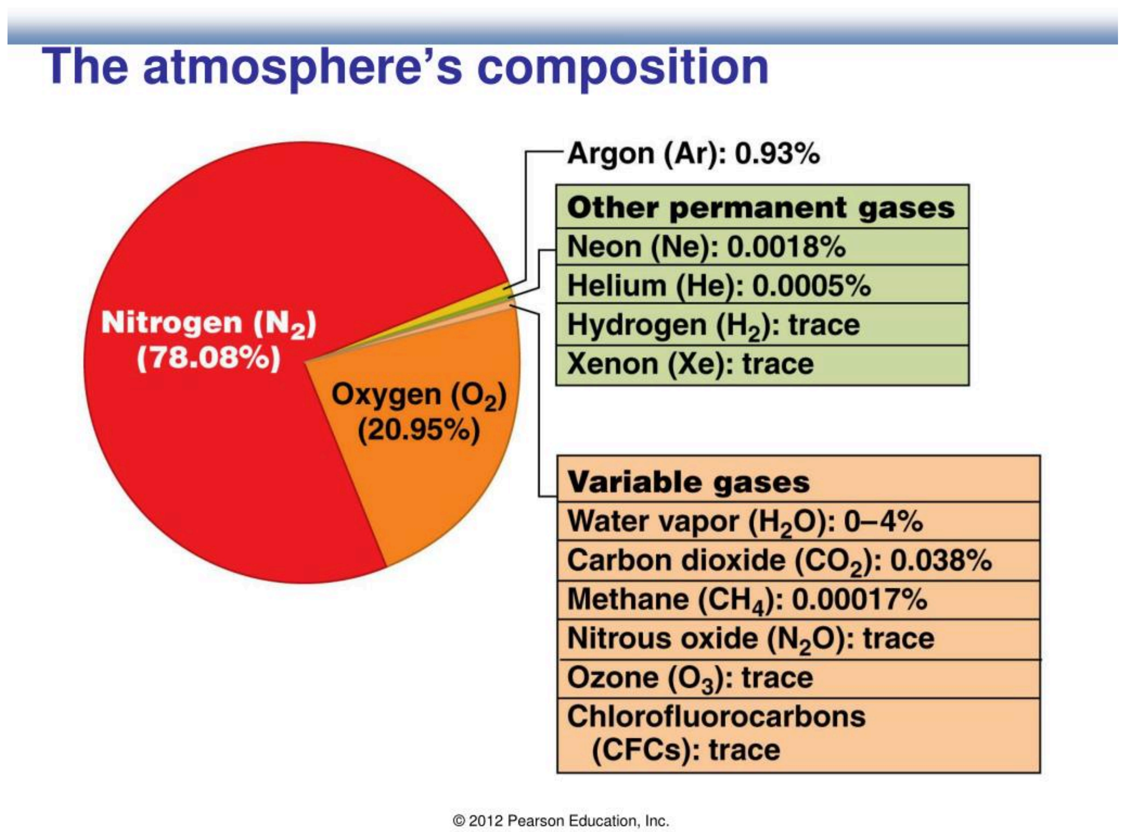
Chapter-3: Atmosphere

1. Composition of Atmosphere

The atmosphere is a mixture of gases surrounding the Earth, held by gravity.

वायुमंडल पृथ्वी के चारों ओर गैसों का मिश्रण है, जो गुरुत्वाकर्षण के कारण बंधा रहता है।



Main Gases / मुख्य गैसें:

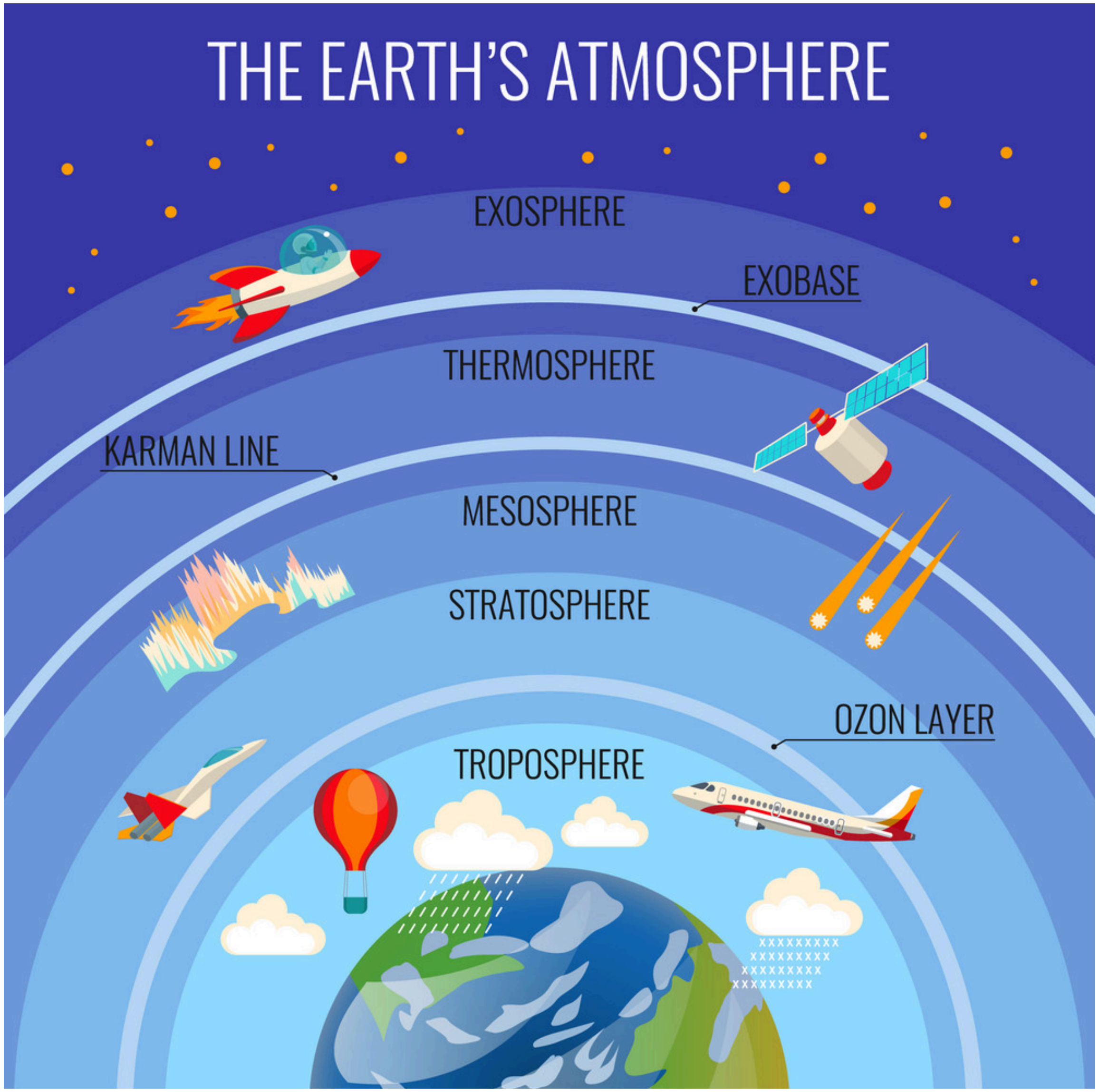
- **Nitrogen (N_2):** ~78.08% → Needed for plant growth (via nitrogen cycle).
  नाइट्रोजन **(N_2):** ~78.08% → पौधों की वृद्धि के लिए आवश्यक (नाइट्रोजन चक्र द्वारा)।
- **Oxygen (O_2):** ~20.95% → Essential for respiration & combustion.
  ऑक्सीजन **(O_2):** ~20.95% → श्वसन व दहन के लिए आवश्यक।
- **Argon (Ar):** ~0.93% → Inert gas.
  आर्गन **(Ar):** ~0.93% → निष्क्रिय गैस।
- **Carbon dioxide (CO_2):** ~0.04% → Important for photosynthesis; greenhouse gas.
  कार्बन डाइऑक्साइड **(CO_2):** ~0.04% → प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक; ग्रीनहाउस गैस।
- **Others:** Neon, Helium, Methane, Krypton, Ozone, Hydrogen, Water vapour.
  अन्य**:** नीयॉन, हीलियम, मीथेन, क्रिप्टॉन, ओज़ोन, हाइड्रोजन, जलवाष्प।
- Dust, salt, smoke, pollen act as **condensation nuclei**.
  धूल, नमक, धुआँ, परागकण संघनन नाभिक का कार्य करते हैं।

Water vapour varies (0–4%) — source of clouds, rain, weather phenomena.
जलवाष्प (0–4%) बदलती रहती है — बादल, वर्षा, मौसम की घटनाओं का कारण।

---

2. Structure of Atmosphere

The atmosphere is divided into **five main layers** based on temperature.
तापमान के आधार पर वायुमंडल को पांच मुख्य परतों में बांटा गया है।


THE EARTH'S ATMOSPHERE
EXOSPHERE
EXOBASE
THERMOSPHERE
KARMAN LINE
MESOSPHERE
STRATOSPHERE
OZON LAYER
TROPOSPHERE

(i) Troposphere (क्षोभमंडल)

- Lowest layer; average height: 8 km at poles, 18 km at equator. Top = Tropopause
- All weather phenomena occur here.
- Temperature decreases with height (~6.5°C per km) aka Lapse rate.
- Contains ~75% of total atmospheric mass.
- सबसे निचली परत; औसत ऊंचाई: ध्रुवों पर 8 किमी, भूमध्य रेखा पर 18 किमी।
- सभी मौसम की घटनाएं यहीं होती हैं।
- ऊंचाई के साथ तापमान घटता है (~6.5°C प्रति किमी)।
- कुल वायुमंडलीय द्रव्यमान का ~75% यहीं होता है।

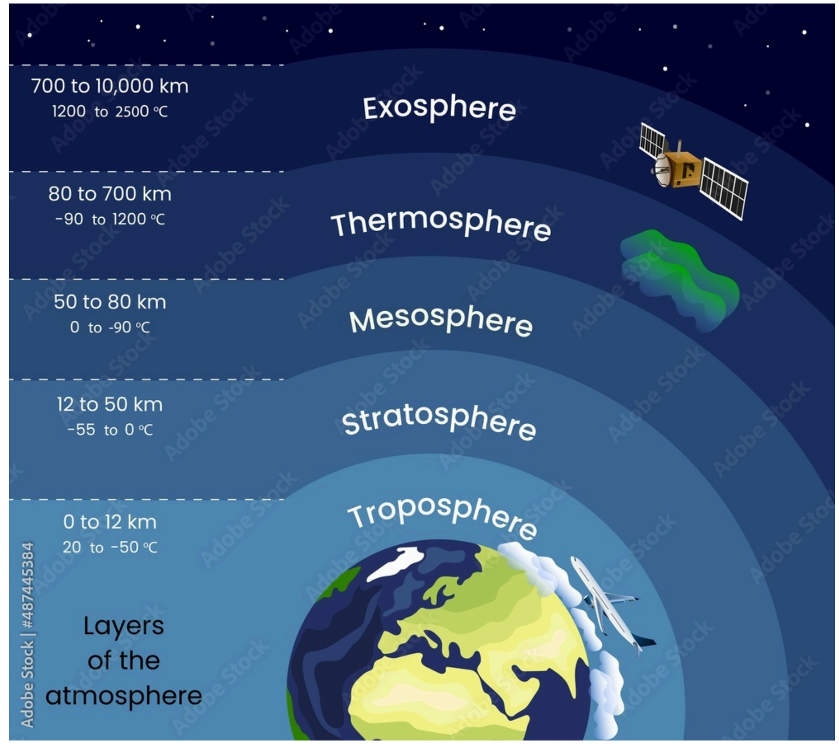
(ii) Stratosphere (समतापमंडल)

- Extends from ~18 km to 50 km.
- Contains **ozone layer** → absorbs harmful UV rays.
- Ideal for flying aircraft (stable weather).
- ~18 किमी से 50 किमी तक फैली हुई।

- ओजोन परत मौजूद, जो हानिकारक UV किरणों को अवशोषित करती है।
- वायुयान उड़ाने के लिए उपयुक्त (स्थिर मौसम)।

(iii) Mesosphere (मध्य मण्डल)

- 50 km to ~80 km.
- Coldest layer of the atmosphere.
- Meteors burn up here.
- 50 किमी से ~80 किमी तक।
- वायुमंडल की सबसे ठंडी परत।
- उल्काएं यहीं जलकर नष्ट हो जाती हैं।



(iv) Thermosphere (तापमंडल)

- 80 km to ~700 km.
- Temperature rises sharply due to absorption of solar radiation.

- Contains **ionosphere** — reflects radio waves; auroras occur here.
- 80 किमी से ~700 किमी तक।
- सूर्य विकिरण के अवशोषण से तापमान तेजी से बढ़ता है।
- आयनोस्फीयर मौजूद — रेडियो तरंगों को परावर्तित करता है; ऑरोरा यहीं होते हैं।

(v) Exosphere (बहिर्मंडल)

- Outermost layer; merges with outer space (~700 km onwards).
- Very thin air; mainly hydrogen & helium.
- सबसे बाहरी परत; बाहरी अंतरिक्ष में मिल जाती है (~700 किमी से आगे)।
- अत्यंत पतली हवा; मुख्यतः हाइड्रोजन व हीलियम।

3. Weather & Climate

Weather
The atmospheric condition of a place at a specific time, including temperature, humidity, rainfall, wind, etc.
किसी स्थान के वायुमंडलीय हालात (जैसे तापमान, आर्द्रता, वर्षा, पवन आदि) का किसी विशेष समय पर वर्णन।

Climate
The average weather conditions of a place over a long period (usually 30+ years).
किसी स्थान के दीर्घकालिक (आमतौर पर 30+ वर्ष) औसत मौसम का वर्णन।

Differences between Weather & Climate / मौसम और जलवायु में अंतर

Weather / मौसम	**Climate / जलवायु**
Short-term	Long-term average
बदलता रहता है	स्थिर रहता है लंबे समय तक
Measured in hours/days	Measured in decades/centuries

Factors Affecting Climate / जलवायु को प्रभावित करने वाले कारक

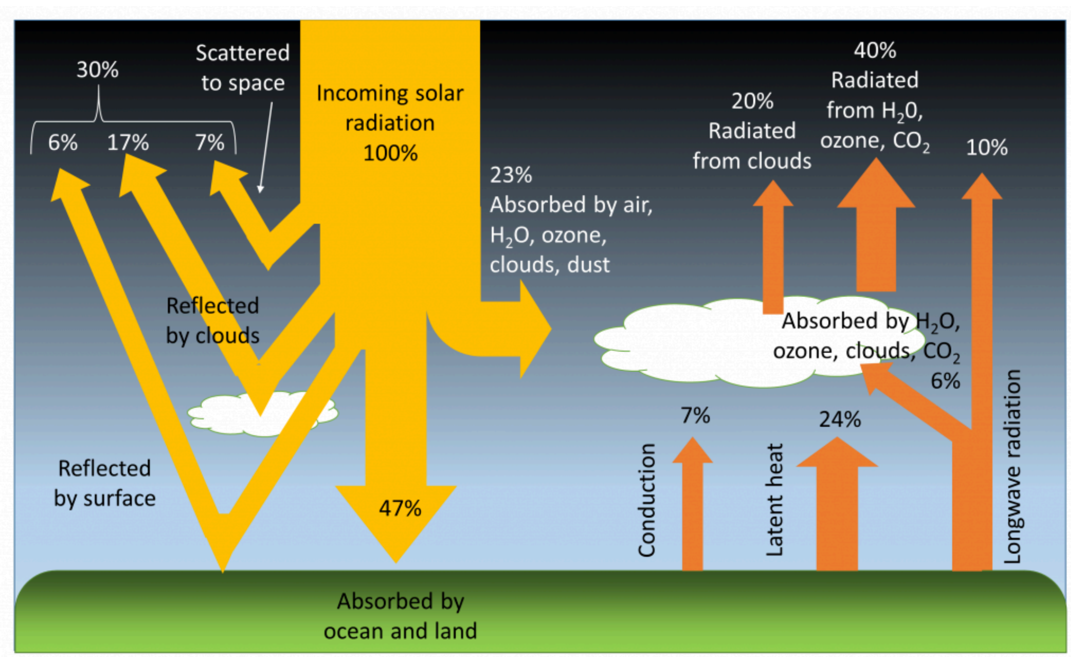
1. **Latitude (अक्षांश)**
    - Places near the Equator → hotter; near poles → colder.
    - भूमध्य रेखा के पास स्थान → गर्म; ध्रुवों के पास → ठंडे।
2. **Altitude (ऊँचाई)**
    - Higher altitude → lower temperature (~6.5°C drop per 1 km).
    - अधिक ऊँचाई → कम तापमान (~6.5°C प्रति 1 किमी)।
3. **Distance from Sea (समुद्र से दूरी)**
    - Coastal areas → moderate climate (maritime influence).

- Interior areas → extreme climate (continentality).
- तटीय क्षेत्र → संतुलित जलवायु; अंतर्देशीय क्षेत्र → चरम जलवायु।

4. **Ocean Currents (महासागरीय धाराएं)**
   - Warm currents → raise temperature; cold currents → lower temperature.
   - गर्म धाराएं → तापमान बढ़ाती हैं; ठंडी धाराएं → तापमान घटाती हैं।
5. **Relief / Topography (स्थलरूप)**
   - Mountains act as barriers to winds, cause rain shadow effect.
   - पर्वत वायु प्रवाह को रोकते हैं, वर्षा-छाया क्षेत्र बनाते हैं।
6. **Winds & Pressure Systems (पवन एवं दाब प्रणाली)**
   - Monsoon winds, trade winds, cyclones affect rainfall & temperature.
   - मानसूनी पवन, व्यापारिक पवन, चक्रवात वर्षा व तापमान को प्रभावित करते हैं।
7. **Vegetation & Soil (वनस्पति एवं मिट्टी)**
   - Forested areas → cooler & more humid; barren areas → hotter & drier.
   - वन क्षेत्र → ठंडे व आर्द्र; बंजर क्षेत्र → गर्म व शुष्क।

Heat Budget & Temperature (ऊष्मा संतुलन व तापमान)

- Insolation from Sun; **albedo** = reflectivity; clouds & ice have higher albedo.
  सौर विकिरण; अल्बीडो = परावर्तन क्षमता; बादल व हिम का अल्बीडो अधिक।
- **Terrestrial radiation** at night → cooling; greenhouse gases trap long-wave heat.
  रात्रि में स्थलीय विकिरण → ठंडक; ग्रीनहाउस गैसें दीर्घतरंग ऊष्मा रोकती हैं।
- **Inversion of temperature**: air near ground cooler than above (calm, clear nights; valleys; subsidence).
  तापानुवर्तन: सतह के पास ठंडी, ऊपर गर्म वायु (शांत, साफ रातें; घाटियाँ; अवरोहण)।
- **Adiabatic lapse rates**: **Dry ~10°C/km**, **Saturated ~4–9°C/km** (moisture dependent).
  एडियाबेटिक तापह्रास: शुष्क **~10°C/**किमी, संतृप्त **~4–9°C/**किमी।



4. Pressure Belts & Winds (दाब पटल व वैश्विक पवन)

A. What is Pressure Belt?

Pressure belts of the Earth are regions dominated by high or low atmospheric pressure. These belts alternate across the planet and are created by the uneven heating of the Earth's surface by the sun.

पृथ्वी की दाब पेटियाँ उच्च या निम्न वायुमंडलीय दाब वाले क्षेत्र हैं। ये पेटियाँ पूरे ग्रह पर एकान्तर क्रम में होती हैं और इनका निर्माण सूर्य द्वारा पृथ्वी की सतह के असमान रूप से गर्म होने के कारण होता है।

The type of pressure in a belt directly determines its typical weather:

- **Low-Pressure Belts:** As air rises, it cools and condenses, forming clouds and precipitation. These zones are associated with **unstable, rainy, and cloudy weather**.
  निम्न दाब पेटियाँ **(Low-Pressure Belts):** जैसे ही हवा ऊपर उठती है, यह ठंडी और संघनित हो जाती है, जिससे बादल बनते हैं और वर्षा होती है। ये क्षेत्र अस्थिर, वर्षा वाले और बादलयुक्त मौसम से जुड़े होते हैं।

- **High-Pressure Belts:** Sinking air warms and dries out, preventing cloud formation. These zones are associated with **stable, clear, and dry weather**.
  उच्च दाब पेटियाँ **(High-Pressure Belts):** नीचे उतरती हुई हवा गर्म और शुष्क हो जाती है, जो बादलों के निर्माण को रोकती है। ये क्षेत्र स्थिर, साफ़ और शुष्क मौसम से जुड़े होते हैं।

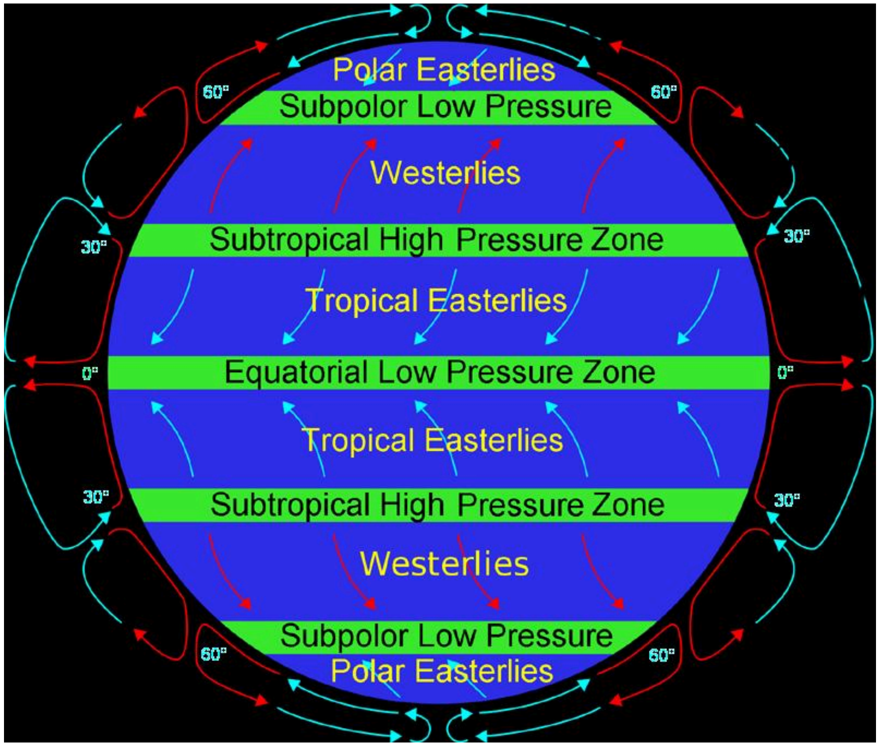
Intertropical Convergence Zone (ITCZ) is a belt of low atmospheric pressure that circles the Earth near the equator. The ITCZ is not stationary; it migrates north and south of the equator, following the sun's most direct rays throughout the year.

अंतःउष्णकटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र **(ITCZ)** भूमध्य रेखा के पास पृथ्वी के चारों ओर एक निम्न वायुमंडलीय दाब वाली पेटी (belt) है। ITCZ स्थिर नहीं है; यह पूरे वर्ष सूर्य की सबसे सीधी किरणों का अनुसरण करते हुए भूमध्य रेखा के उत्तर और दक्षिण की ओर खिसकता रहता है।

B. Pressure Belts of the World

Due to Earth's rotation and differential heating, there are **7 pressure belts**:
 पृथ्वी के घूर्णन और असमान ताप के कारण **7** दाब पट्टियां बनती हैं:

1. **Equatorial Low Pressure Belt (ITCZ or Doldrums) (0°)** भूमध्य निम्न
2. **Sub-Tropical High Pressure Belts (~30° N & S)** उपोष्ण उच्च
3. **Sub-Polar Low Pressure Belts (~60° N & S)** उपध्रुवीय निम्न
4. **Polar High Pressure Belts (90° N & S)** ध्रुवीय उच्च



C. Winds & Their Types:

Definition: Large-scale horizontal movement of air from high pressure to low pressure.
 परिभाषा: उच्च दाब क्षेत्र से निम्न दाब क्षेत्र की ओर वायु का बड़े पैमाने पर क्षैतिज प्रवाह।

Coriolis force: deflects right in N-hemisphere, left in S-hemisphere; zero at equator.

कोरिओलिस बल: उत्तर में दाएँ, दक्षिण में बाएँ; विषुवत पर शून्य।

---

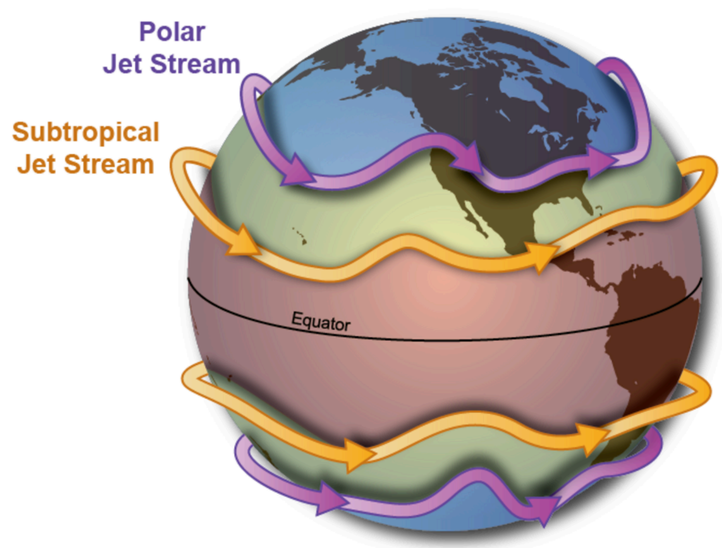
1. Planetary Winds (ग्रह पवनें) – Permanent winds caused by Earth's rotation & pressure belts:

- **Trade Winds (व्यापारिक पवनें):** Blow from Sub-Tropical High to Equatorial Low (NE in Northern Hemisphere, SE in Southern Hemisphere).
 उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब से भूमध्य रेखीय निम्न दाब की ओर बहती हैं (उ.गोलार्ध में NE, द.गोलार्ध में SE)।
- **Westerlies (पश्चिमी पवनें):** From Sub-Tropical High to Sub-Polar Low (~30°–60° latitudes).
 उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब से उपध्रुवीय निम्न दाब तक (~30°–60° अक्षांश)।
- **Polar Easterlies (ध्रुवीय पूर्वी पवनें):** From Polar High to Sub-Polar Low.
 ध्रुवीय उच्च दाब से उपध्रुवीय निम्न दाब तक।

---

2. Seasonal Winds (मौसमी पवनें)

- Change direction with seasons → e.g., Monsoon in South Asia.
- ऋतुओं के साथ दिशा बदलती हैं → जैसे, दक्षिण एशिया में मानसून।



---

3. Jet Streams and Local Winds (जेट धाराएँ व स्थानीय पवनें)

- **Jet streams**: narrow, fast (~100–300 km/h) near tropopause; **Subtropical Westerly Jet (STJ)**, **Polar Front Jet (PFJ)**.

- जेट धाराएँ: संकरी तीव्र धाराएँ; उपोष्ण पश्चिमी जेट, ध्रुवीय अग्रभाग जेट।

- Local winds: **Land & Sea Breeze**, **Loo**, **Chinook**, **Mistral**.

- उदाहरण: स्थली व समुद्री समीर, लू, चिनूक, मिस्ट्राल।

4. Variable Winds (परिवर्ती पवनें)

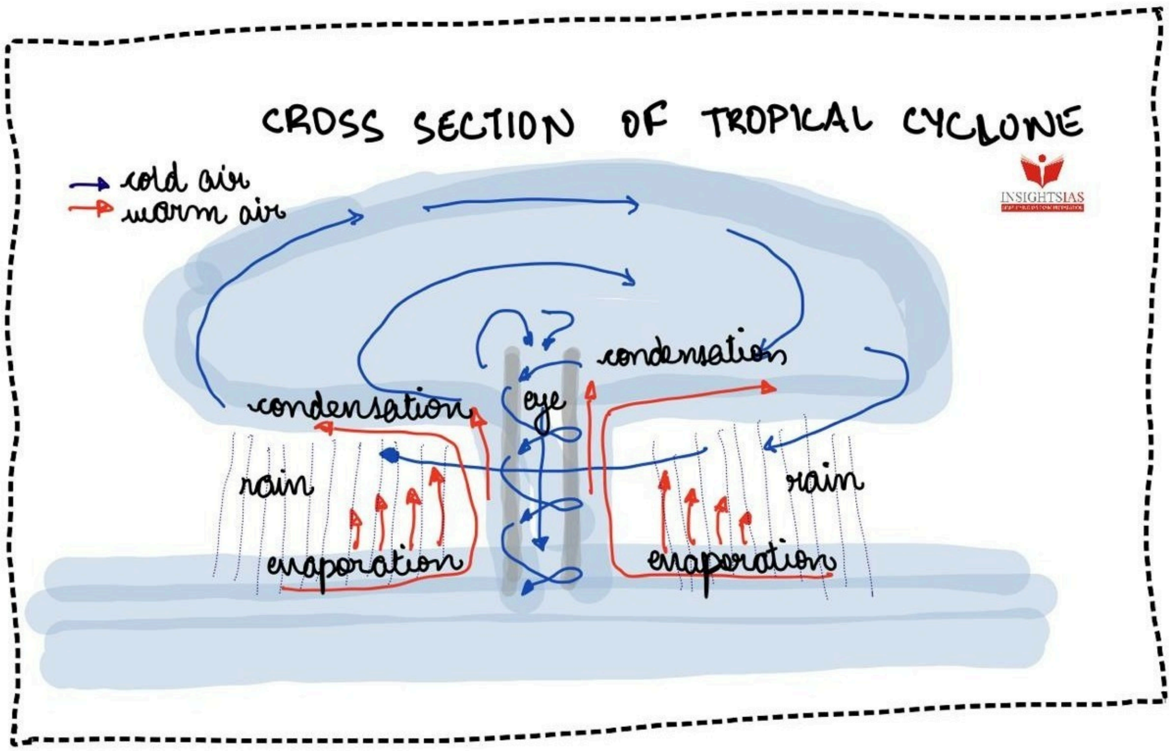
- Winds whose direction & speed change frequently (e.g., Cyclones, Anticyclones).

- जिन पवनों की दिशा और गति बार-बार बदलती है (जैसे, चक्रवात, प्रतिचक्रवात)।

5. Cyclones, Anticyclones & Monsoons

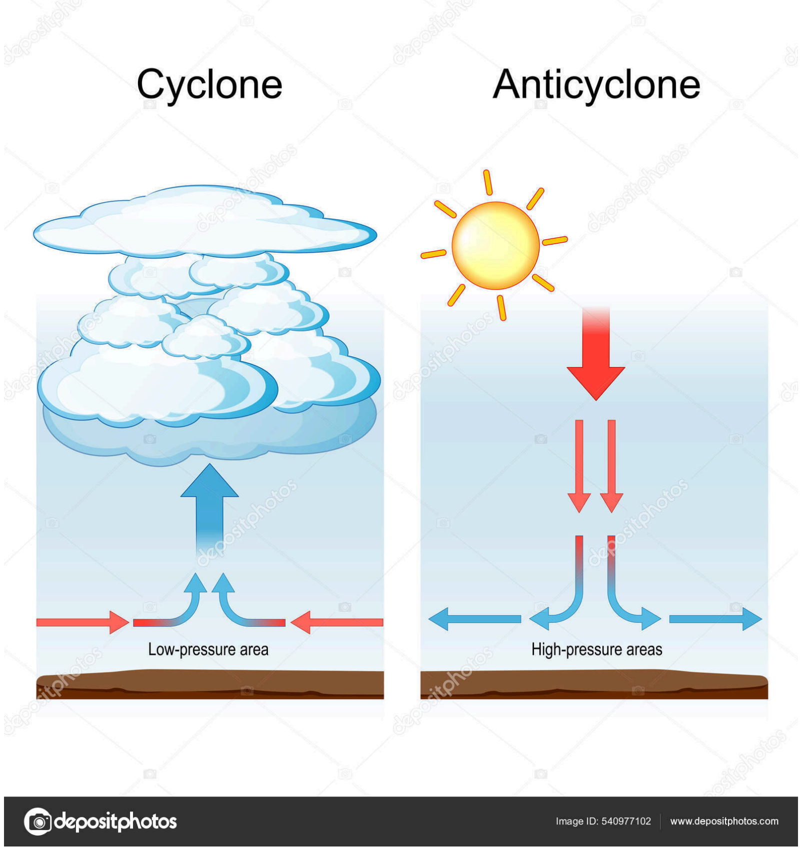
A. Cyclones (चक्रवात)

A large, low-pressure system with inward-spiralling winds that rotate **anti-clockwise in the Northern Hemisphere** and **clockwise in the Southern Hemisphere**.
एक विशाल निम्न-दाब प्रणाली, जिसमें हवाएं अंदर की ओर घूमती हुई बहती हैं — उ.गोलार्ध में वामावर्त और द.गोलार्ध में दक्षिणावर्त।



Types:

1. **Tropical Cyclones (उष्णकटिबंधीय चक्रवात)**
    - Form over warm oceans (≥ 27°C sea temperature).
    - Examples: *Cyclone Fani, Cyclone Amphan*.
    - गर्म समुद्र (≥ 27°C) पर बनते हैं।
2. **Temperate / Extra-tropical Cyclones (समशीतोष्ण चक्रवात)**
    - Form in mid-latitudes due to interaction of warm & cold air masses.
    - मध्यम अक्षांशों में गर्म और ठंडी वायु के मिलने से बनते हैं।



B. Anticyclones (प्रतिचक्रवात)

A high-pressure system with outward-spiralling winds that rotate **clockwise in the Northern Hemisphere** and **anti-clockwise in the Southern Hemisphere**.
एक उच्च-दाब प्रणाली, जिसमें हवाएं बाहर की ओर घूमती हुई बहती हैं — उ.गोलार्ध में दक्षिणावर्त, द.गोलार्ध में वामावर्त।

- Weather is generally clear, dry, and stable.

- मौसम सामान्यतः साफ, शुष्क और स्थिर रहता है।

C. Monsoons (मानसून)

Definition: Seasonal reversal of winds due to differential heating of land and sea.
परिभाषा: भूमि और समुद्र के असमान ताप के कारण पवनों की मौसमी दिशा परिवर्तन।

Indian Monsoon: ITCZ northward shift, land–sea thermal contrast, Himalaya barrier, Somali Jet & TEJ support; onset around early June (Kerala), retreat from Sept–Oct (NW first).

आईटीसीज़ेड उत्तरगमन, स्थल-समुद्र तापीय अंतर, हिमालय अवरोध, सोमाली जेट व TEJ; आगमन जून के प्रारम्भ (केरल), वापसी सित.–अक्टू. (पहले उत्तर-पश्चिम)।

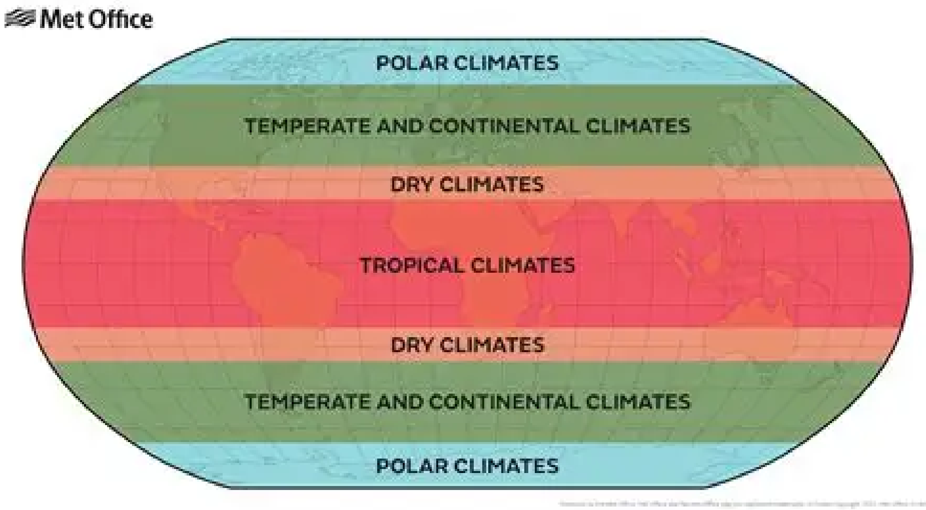
Western Disturbances (mid-latitude westerlies) → winter rain/snow in NW India.

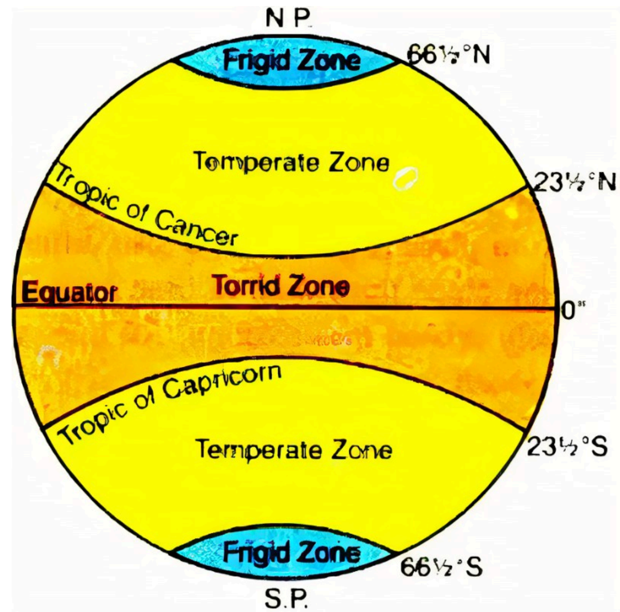
पश्चिमी विक्षोभ → उत्तर-पश्चिम भारत में शीतकालीन वर्षा/हिमपात।

---

6. Temperature and Heat Zones

1. Torrid Zone (उष्णकटिबंध): Between Tropic of Cancer & Tropic of Capricorn—hottest.
2. Temperate Zones (समशीतोष्ण कटिबंध): Between tropics and polar circles.
3. Frigid Zones (शीत कटिबंध): Arctic & Antarctic circles—coldest.


Met Office
POLAR CLIMATES
TEMPERATE AND CONTINENTAL CLIMATES
DRY CLIMATES
TROPICAL CLIMATES
DRY CLIMATES
TEMPERATE AND CONTINENTAL CLIMATES
POLAR CLIMATES


N P.
Frigid Zone
66½°N
Temperate Zone
23½°N
Tropic of Cancer
Equator
Torrid Zone
0°
Tropic of Capricorn
Temperate Zone
23½°S
Frigid Zone
66½°S
S.P.

7. Environmental Issues and Misc.

- **Global Warming (वैश्विक तापवृद्धि):** Rise in Earth's mean temperature due to greenhouse gases (mainly CO_2, methane).

  Greenhouse Gases absorb & re-emit infrared radiation and keep Earth warm.

Gas	Hindi Name	Exam Source Examples
CO_2	कार्बन डाइऑक्साइड	Factories, vehicles, respiration
CH_4	मीथेन	Paddy fields, animals, landfill
N_2O	नाइट्रस ऑक्साइड	Fertiliser, vehicles, industries
O_3	ओजोन	Smog, upper atmosphere
H_2O (vapor)	जल वाष्प	Evaporation, transpiration
CFCs/HFCs	क्लोरोफ्लोरोकार्बन	ACs, fridges, sprays

Water vapor is Earth's most abundant greenhouse gas. Water vapor's unique greenhouse role is as a "feedback gas". Amplifies warming (positive feedback), rather than causes it.

- **Climate Change (जलवायु परिवर्तन):** Long-term shifts— rise temperature, melting glaciers, alters rainfall, storms, sea levels.
- **Ozone Depletion (ओजोन क्षय):** Thinning ozone layer (mainly by CFCs).
  The ozone layer absorbs 97% to 99% of the sun's dangerous UV-B radiation
- **Air Pollution (वायु प्रदूषण):** Sources—industries, vehicles, crop burning.

Aurora (प्रकाश पिंड): Seen near poles due to solar winds (Northern = Aurora Borealis, Southern = Aurora Australis).

Instruments & Units (उपकरण व मात्राएँ)

Pressure: **barometer**, unit **hPa (hectopascal) / mb (millibar)** 1 mb = 1 hPa

(mean sea-level ≈ **1013.25 hPa**).
दाब: बैरोमीटर, इकाई **hPa/mb** (समुद्र-तल औसत ≈ **1013.25 hPa**)।

Wind: **anemometer** (speed), **wind vane** (direction).
पवन: एनेमोमीटर (वेग), पवनदर्शी (दिशा)।

Humidity: **hygrometer**, **psychrometer**; Rain: **rain gauge**.
आर्द्रता: हाइग्रोमीटर, साइक्रोमीटर; वर्षा: वर्षामापी।